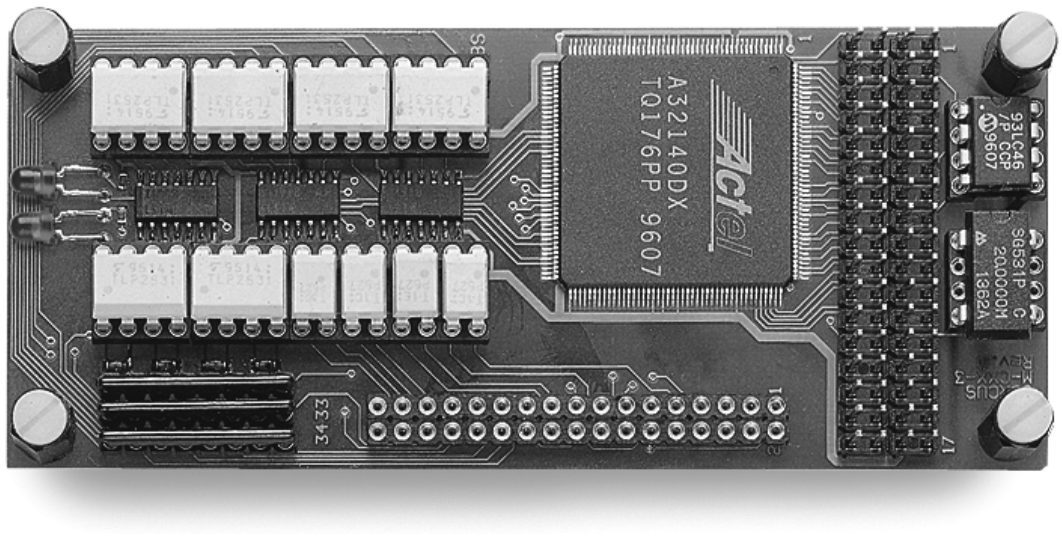
15. M-C16-3

3 kaskadierbare Multifunktionszähler

12 interruptfähige digitale Ein- und 4 Ausgänge, optoentkoppelt



Funktionsbeschreibung 15-3

Businterface 15-4
Optoentkoppelte Eingänge 15-5
Zustand der Eingänge direkt lesen 15-7
Eingänge latchen und Zustand aus Latch lesen 15-8
Optoentkoppelte Ausgänge 15-10
Interrupt-Controller 15-12
Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler 15-19
Betriebsarten der Zähler 15-24
Registerstruktur der Zähler 15-65
Kaskadierung der Zähler 15-79
Ansteuerung der Zählereingänge 15-81
Kompatibilität von M-C16-3 und M-iNC-3 15-84

Blockschaltbild 15-86
Technische Daten 15-87
Lieferumfang 15-88

Konfiguration und Einbau **15-89**

Lageplan 15-89
EEPROM-Inhalte 15-89

Steckerbelegung **15-91**

Modul-Device-Treiber M-C16-3 **15-92**

Installationsparameter 15-92
Kanaleigenschaftsstruktur CPS_MC163 15-92
Anwahl der Interruptleitung zur Basiskarte 15-93
Maskieren/Demaskieren der Interrupteingänge 15-94
Löschen eines Pending-Interrupts auf dem Modul 15-96
Definition des Latch-Eingangs 15-96
Definition der Funktion der digitalen Ausgänge 15-98
Senden eines Steuerkommandos an einen/mehrere Zähler 15-99
Lesen des Status eines/mehrerer Zähler 15-100
Programmierung der Zähler 15-101
Beispiel 1: Vorwärtszähler 15-109
Beispiel 2: Rückwärtszähler 15-109
Beispiel 3: Frequenzmessung 15-110
Beispiel 4: Inkrementalgeberinterface 15-111
Programmierung der digitalen Ausgänge 15-112
Programmierung der digitalen Eingänge 15-112
Programmierung der LEDs 15-113

Zusätzliche Parameter des Modul-Device-Treibers **15-114**

Hochsprachenbibliothek **15-116**

Programmierung mit I/O-Zugriffen **15-139**

Lokale I/O-Adressen 15-139

Funktionsbeschreibung

Das SPB-Modul M-C16-3 für MODULAR-4/486 stellen 4 Funktionsblöcke zur Verfügung:

- drei 16-Bit-Zähler, kaskadierbar
- 12 optoentkoppelte, interruptfähige Eingänge
- 4 optoentkoppelte Ausgänge
- 16-Kanal-Interrupt-Controller

Jeder Zähler hat eine Länge von 16 Bit und kann per Software für eine der folgenden Betriebsarten konfiguriert werden:

- Zähler aufwärts
- Zähler abwärts
- Zähler auf-/abwärts Typ A: ein Eingang zählt aufwärts, ein Eingang zählt abwärts
- Zähler auf-/abwärts Typ B: ein Eingang zählt, ein anderer steuert die Zählrichtung
- Frequenzmessung
- Pulsbreitenmessung
- Periodendauermessung
- Geschwindigkeitsmessung mit Richtungsanzeige
- Timer
- Inkrementalgeberinterface
- Kaskadiert

Als besondere Eigenschaften sind hervorzuheben:

- 5 MHz max. Zählrate externer Zählimpulse
- 10 MHz max. interne Zählrate
- 20 verschiedene Referenzfrequenzen auf dem Modul verfügbar
- Einzel- und N-fach-Messung möglich
- 16-Kanal-Interrupt-Controller mit Interrupt-Overrun Erkennung
- Jumper-free Design

Businterface

Modul-Interface-Register MIR:

Bit	R/W	Bedeutung
0	RW8	Belegung des Anschlußsteckers St1, für die optoentkoppelten Ein- und Ausgänge 0 = M-C16-3-Belegung 1 = M-iNC-3-kompatible Steckerbelegung
1	RW8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
3, 2	RW8	Taktfrequenz: 00 = 10 MHz 01 = 20 MHz (nicht implementiert) 10 = 30 MHz (nicht implementiert) 11 = 40 MHz (nicht implementiert)
6, 5, 4	RW8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
7	W8 R8	0 = kein Chip Reset, 1 = Chip Reset durchführen Reserviert, Rückgabewert = 0

Chip-Version-Register CVR:

Bit	R/W	Bedeutung
7 bis 0	R16	Chip-Version (0-255), aktuelle Version = 1
11 bis 8	R16	Chip-Revision (0-15), aktuelle Revision = 1
15 bis 12	R16	Reserviert

Das Modul besitzt zwei frei programmierbare LEDs, die über das Modul-Status-Register MSR ein-/ und ausgeschaltet werden können und darüber hinaus keine weitere Bedeutung haben. Außerdem können über dieses Register die Abtastraten (standardmäßig 10 MHz) bis auf 100 Hz herabgesetzt werden, um Störimpulse während der Flankenanstiegs-/ und abfallzeit zu unterdrücken. Voraussetzung dafür ist, daß ein stabiler 0- oder 1-Zustand mit der eingestellten Abtastrate sicher erfaßt wird und höchstens einmal während der Flankendauer abgetastet wird. Beispiel.:

Signal	Dauer
0-Zustand	12 µs
0/1-Flanke (gestörter Bereich)	4 µs
1-Zustand	7 µs
1/0-Flanke (gestörter Bereich)	2 µs

Bei dem oben aufgeführten Signalverlauf werden bei einer Abtastrate von 200 kHz (Periodendauer = 5 µs) Störungen während der Flankenanstiegszeit /-abfallzeit sicher herausgefiltert.

Modul-Status-Register MSR:

Bit	R/W	Bedeutung
0	W8	Zustand LED 1
1	W8	Zustand LED 2
5 bis 2	W8	Abtastrate 0000 10 MHz 0001 5 MHz 0010 2 MHz 0011 1 MHz 0100 500 kHz 0101 200 kHz 0110 100 kHz 0111 50 kHz 1000 20 kHz 1001 10 kHz 1010 5 kHz 1011 2 kHz 1100 1 kHz 1101 500 Hz 1110 200 Hz 1111 100 Hz
7, 6	W8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

Optoentkoppelte Eingänge

Die Module bieten 12 optoentkoppelte Eingänge DIN-0 bis DIN-11, von denen jeder folgendermaßen verwendet werden kann:

- als digitaler Eingang: direkt lesbar und nach Latchen lesbar
- als Interrupt-Eingang: aktive Flanke einstellbar
- für die Zähler, je nach Mode

Ein Eingang kann auch mehrere Funktionen gleichzeitig erfüllen. Die Polarität jedes Eingangs ist programmierbar, so daß z.B. zur Auslösung einer Funktion entweder die positive oder negative Flanke verwendet werden kann (siehe Kapitel 1).

Input-Invert-Register IIR:

Bit	R/W	Bedeutung
11 bis 0	W16	Polarität der Eingänge DIN-0 bis DIN-11 einstellen: 0: Eingangssignal nicht invertieren 1: Eingangssignal invertieren
15 bis 12	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

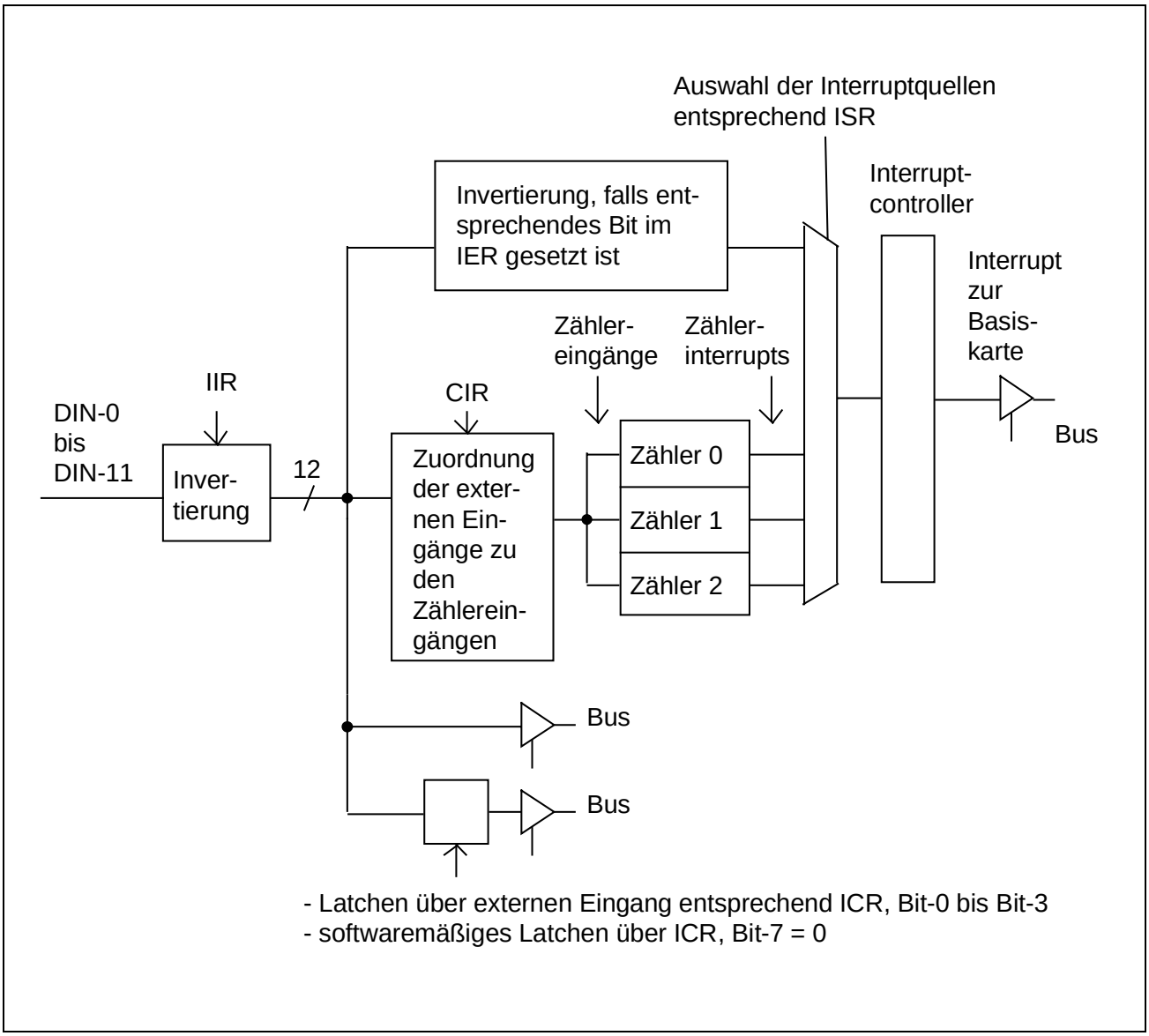


Abb. 15-1: Benutzung der optoentkoppelten Eingänge

Interrupt-Edge-Register IER und Interrupt-Select-Register ISR: siehe Kapitel "Interrupt-Controller", Counter-Input-Register CIR: siehe Kapitel "Registerstruktur der Zähler".

Zustand der Eingänge direkt lesen

Hierzu steht das 16-Bit-Input-Read-Register IRR zur Verfügung. Ein Lesevorgang kann jederzeit stattfinden.

Input-Read-Register IRR:

Bit	R/W	Bedeutung
11 bis 0	R16	Status der Eingänge DIN-0 (Bit 0) bis DIN-11 (Bit 11)
15 bis 12	R16	Reserviert

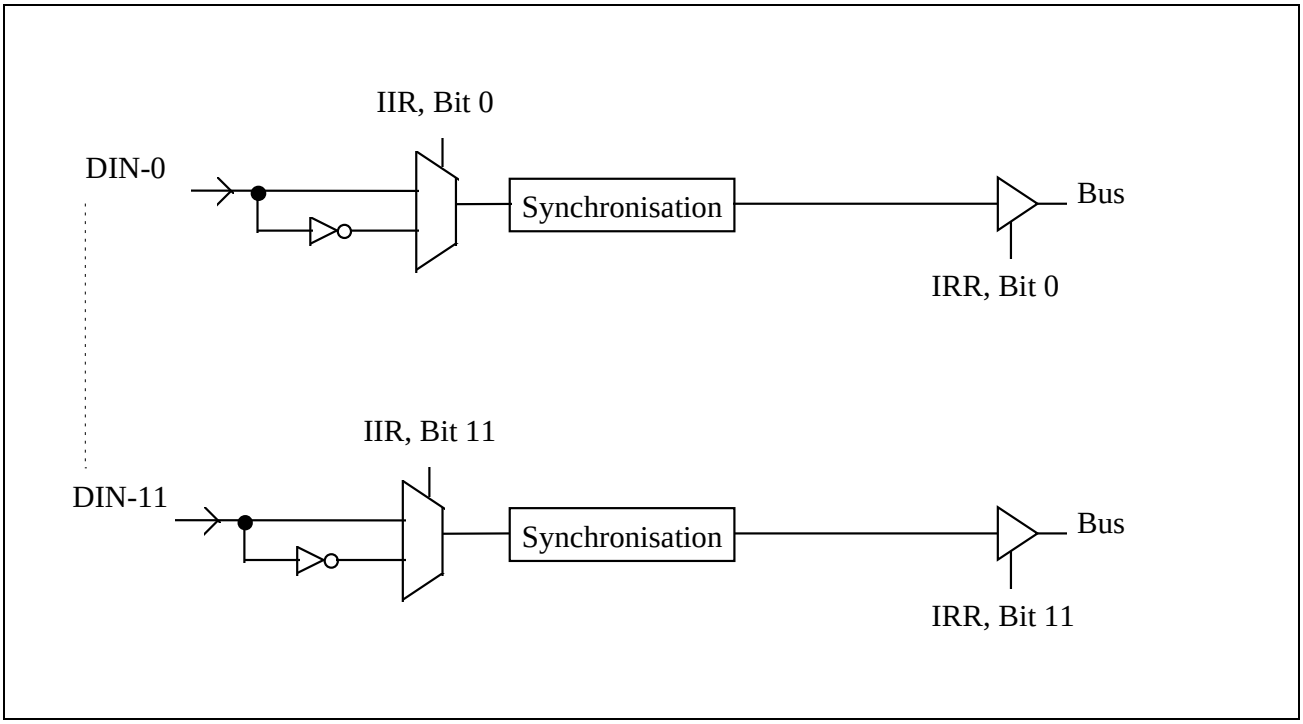


Abb. 15-2: Direktes Lesen der Eingänge

Eingänge latchen und Zustand aus Latch lesen

Das Latchen kann per Software oder über einen externen Eingang ausgelöst werden. Um einen externen Eingang zum Latchen anzuwählen, muß das 8-Bit-Input-Command-Register ICR mit Bit 6 und 7 = 1 und die übrigen Bits wie gewünscht gesetzt werden. Gleichzeitig mit dem Latchen über einen externen Eingang kann über denselben Eingang (DIN-0 bis DIN-11) auch ein Interrupt ausgelöst werden.

Um das Latchen per Software auszulösen, ohne den Inhalt des Input-Command-Registers ICR zu verändern, muß das Input-Command-Register ICR mit Bit 7 = 0 beschrieben werden, die übrigen Bits sind dann ohne Bedeutung.

Input-Command-Register ICR:

Bit	R/W	Bedeutung
3 bis 0	RW8	Nummer des Eingangs, der das Latchen der Eingänge triggern soll: 0000 = DIN-0 ... 1011 = DIN-11
4	RW8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
5	RW8	Flanke zum Latchen Eingang nicht invertiert (IIR): 0 = pos., 1 = neg. Eingang invertiert (IIR): 1 = pos., 0 = neg.
6	RW8	Ext. Latch-Eingang: 0 = disable, 1 = enable
7	W8	COMMAND: 0 = Eingänge latchen, alle übrigen Bits werden ignoriert und bleiben unverändert 1 = Bits 0 bis 6 setzen
	R8	Rückgabe = 0

Die Bedeutung von Bit 5 des ICR richtet sich danach, ob der Latch-Eingang mit Hilfe des Input-Invert-Registers IIR invertiert wird oder nicht.

Nach dem Latchen kann der Zustand der 12 optoentkoppelten Eingänge aus dem Input-Latch-Register ILR gelesen werden.

Input-Latch-Register ILR:

Bit	R/W	Bedeutung
11 bis 0	R16	Status der Eingänge DIN-0 bis DIN-11 aus Latch
15 bis 12	R16	Reserviert

Wenn das Latchen über einen externen Eingang ausgelöst wird, dann ist das entsprechende Bit, das diesem Eingang zugeordnet ist, im Input-Latch-Register ILR undefiniert. Als Beispiel sei angenommen, das Latchen würde mit dem externen Eingang DIN-0 vorgenommen. Beim Auslesen des Input-Latch-Registers ILR wäre dann das Bit 0 des Input-Latch-Registers ILR undefiniert.

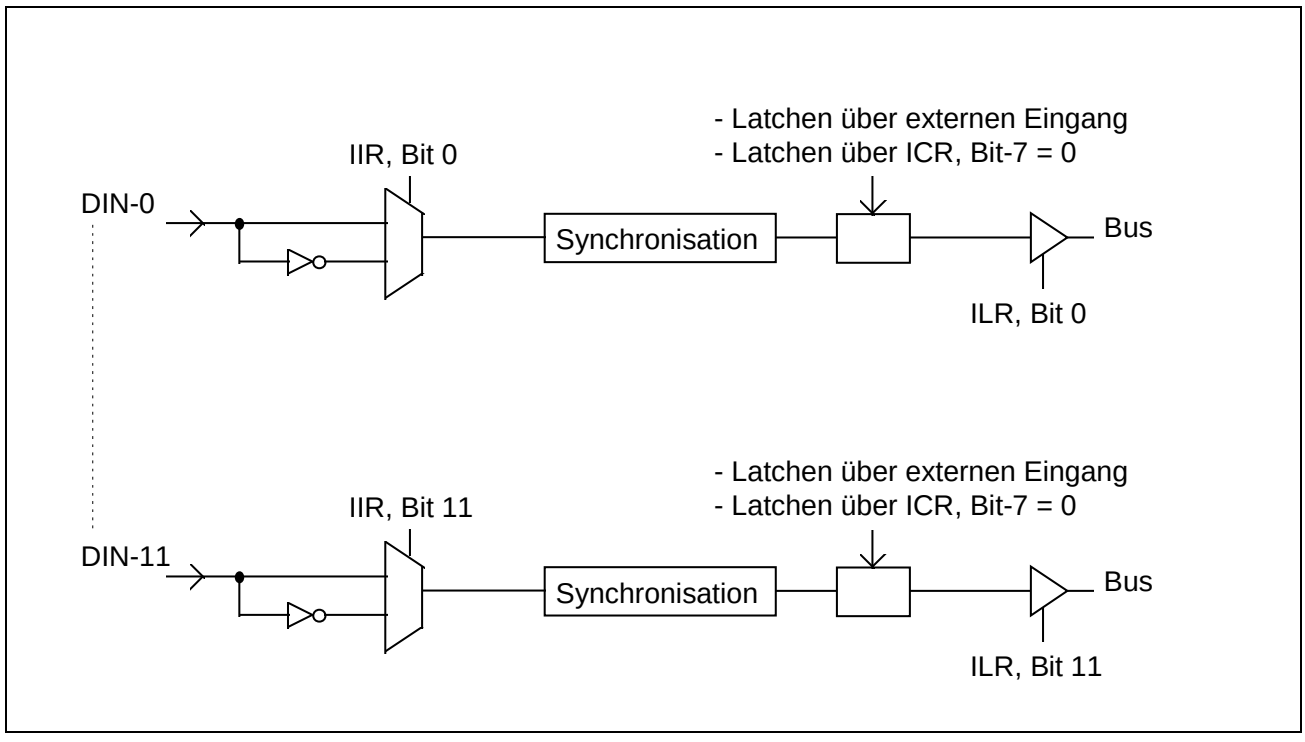


Abb. 15-3: Lesen der Eingänge nach vorhergehendem Latchen

Optoentkoppelte Ausgänge

Das Modul besitzt 4 optoentkoppelte Ausgänge DOUT-0 bis DOUT-3, die als einfache digitale Ausgänge benutzt werden können. DOUT-0, DOUT-1 und DOUT-2 können darüber hinaus als Zählerausgänge konfiguriert werden. In diesem Fall wechseln die Ausgänge bei jedem Zählerunterlauf ihren Zustand.

Mit Hilfe des Output-Mode-Registers OMR kann man einstellen, ob ein externer Ausgang als einfacher digitaler Ausgang oder als Zählerausgang benutzt werden soll.

Output-Mode-Register OMR:

Bit	R/W	Bedeutung
0	W8	0 = DOUT-0 wird als digitaler Ausgang benutzt, der direkt gesetzt oder zurückgesetzt werden kann. 1 = DOUT-0 dient als Ausgang des Zählers Nr. 0
1	W8	0 = DOUT-1 wird als digitaler Ausgang benutzt, der direkt gesetzt oder zurückgesetzt werden kann. 1 = DOUT-1 dient als Ausgang des Zählers Nr. 1
2	W8	0 = DOUT-2 wird als digitaler Ausgang benutzt, der direkt gesetzt oder zurückgesetzt werden kann. 1 = DOUT-2 dient als Ausgang des Zählers Nr. 2
7 bis 3	W8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

Mit Hilfe des Output-Direct-Registers ODR kann jeder der 4 Ausgänge DOUT-0 bis DOUT-3 direkt gesetzt oder zurückgesetzt werden, falls das zugehörige Bit im OMR auf 0 gesetzt ist. Ist ein Ausgang als Zählerausgang deklariert, dann wird er durch das Beschreiben des Output-Direct-Registers ODR nicht beeinflußt. Durch Lesen des Output-Direct-Registers ODR kann der Zustand der Ausgänge, unabhängig von der Einstellung im Output-Mode-Register OMR, jederzeit ermittelt werden.

Output-Direct-Register ODR:

Bit	R/W	Bedeutung
0	RW8	Zustand des Ausgangs DOUT-0, falls Bit 0 im Output-Mode-Register OMR = 0 0 = Ausgangstransistor des Optokopplers gesperrt 1 = Ausgangstransistor des Optokopplers leitend
1	RW8	Zustand des Ausgangs DOUT-1, falls Bit 1 im Output-Mode-Register OMR = 0 0 = Ausgangstransistor des Optokopplers gesperrt 1 = Ausgangstransistor des Optokopplers leitend
2	RW8	Zustand des Ausgangs DOUT-2, falls Bit 2 im Output-Mode-Register OMR = 0 0 = Ausgangstransistor des Optokopplers gesperrt 1 = Ausgangstransistor des Optokopplers leitend
3	RW8	Zustand des Ausgangs DOUT-3 0 = Ausgangstransistor des Optokopplers gesperrt 1 = Ausgangstransistor des Optokopplers leitend
7 bis 4	RW8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

Interrupt-Controller

Das Modul verfügt über einen eigenen Interrupt-Controller, der alle Interrupt-Quellen des Moduls verwaltet und zu einer Interrupt-Leitung der Basiskarte durchschaltet. Mit Hilfe des Interrupt-Select-Registers ISR kann man eine der Interrupt-Leitungen zur Basiskarte (IRQ-A bis IRQ-F oder NMI) auswählen. Weiterhin läßt sich durch das ISR die aktive Flanke auf dieser Interrupt-Leitung einstellen.

Interrupts können wahlweise durch eine positive oder negative Flanke auf den optoentkoppelten Eingängen oder durch die Zähler (Überlauf, Unterlauf, Ende der Messung, Messung ungültig) ausgelöst werden.

Einteilung der Interrupts:

Interrupt	**Interrupt-Quelle**
INT-0 bis INT-3	DIN-0 bis DIN-3
INT-4, INT-5	entweder von DIN-4 und DIN-5 oder von Zähler 2
INT-6, INT-7	entweder von DIN-6 und DIN-7 oder von Zähler 1
INT-8 bis INT-11	DIN-8 bis DIN-11
INT-12 bis INT-15	Zähler 0

Interrupt INT-15 hat die höchste, INT-0 die niedrigste Priorität.

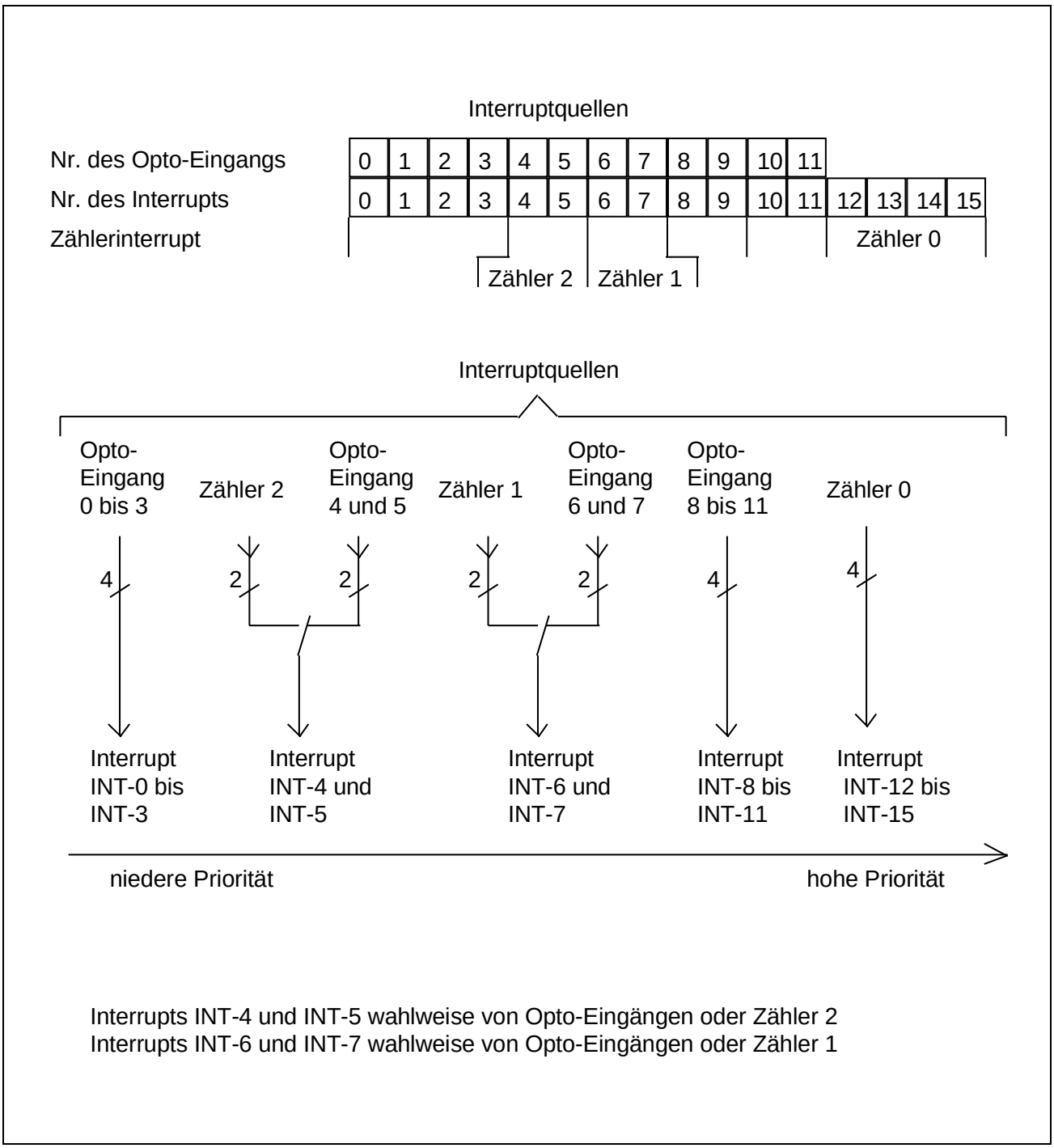


Abb. 15-4: Zuordnung der Interrupt-Quellen zu den Interrupts INT-0 bis INT-15

Mit Hilfe des Interrupt-Edge-Registers IER läßt sich einstellen, ob eine positive oder negative Flanke an einem externen Eingang einen Interrupt auslösen soll. Wenn die Interrupt-Bedingung aufgetreten ist, wird das zugehörigen Bit des Interrupt-Pending-Registers IPR gesetzt. Jedes Bit des Interrupt-Pending-Registers IPR ist einer Interrupt-Quelle zugeordnet.

Wenn ein Bit im Interrupt-Pending-Register IPR gesetzt ist und die zugehörige Interrupt-Bedingung noch einmal auftritt, liegt ein sog. Interrupt-Overrun vor. Dieses wird in dem entsprechenden Bit des Interrupt-Overrun-Registers IOR vermerkt.

Interrupt-Pending-Register IPR und Interrupt-Overrun-Register IOR können jederzeit ausgelesen werden. Die Nummer des Interrupts mit der höchsten Priorität kann dem Interrupt-Vector-Register IVR entnommen werden.

Mit Hilfe des Interrupt-Mask-Registers IMR können die einzelnen Interrupts maskiert werden. Die Funktion des Interrupt-Pending-Registers IPR ist davon unabhängig. Dies bedeutet, daß ein maskierter Interrupt im Interrupt-Pending-Register IPR und im Interrupt-Overrun-Register IOR angezeigt wird, aber kein Impuls auf die Interrupt-Leitung zur Basiskarte gegeben wird. Ein maskierter Interrupt erscheint auch nicht im Interrupt-Vector-Register IVR.

Das Rücksetzen der einzelnen Bits im Interrupt-Pending-Register IPR und Interrupt-Overrun-Register IOR erfolgt beim Lesen des Interrupt-Vector-Registers IVR automatisch. Die Bits können aber auch per Software durch Beschreiben des Interrupt-Pending-Registers IPR zurückgesetzt werden. Entsprechend den zu löschenden Interrupts müssen dabei die zugehörigen Bits im Interrupt-Pending-Register IPR gesetzt sein.

Mit Hilfe des Interrupt-Select-Registers ISR wird die Interrupt-Leitung zur Basiskarte angewählt und die aktive Interrupt-Flanke eingestellt. Beim M-C16-3 läßt sich außerdem einstellen, ob die Interrupts INT-4 bis INT-7 von den optoentkoppelten Eingängen DIN-4 bis DIN-7 oder durch verschiedene Zählereignisse ausgelöst werden sollen.

Interrupt-Select-Register ISR:

Bit	R/W	Bedeutung
2 bis 0	W8	Anwahl einer Interrupt-Leitung zur Basiskarte Bit-2 bis Bit-0 = 000: keine Interrupt-Leitung 001: IRQ-A 010: IRQ-B 011: IRQ-C 100: IRQ-D 101: IRQ-E 110: IRQ-F 111: NMI
3	W8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
4	W8	Aktive Flanke auf der Interrupt-Leitung: 0 = pos., 1 = neg.
5	W8	0 Quelle der Interrupts INT-4 und INT-5 = Opto-Eingänge DIN-4 und DIN-5 1 Quelle der Interrupts INT-4 und INT-5, =Zähler 2
6	W8	0 Quelle der Interrupts INT-6 und INT-7 = Opto-Eingänge DIN-6 und DIN-7 1 Quelle der Interrupts INT-6 und INT-7 = Zähler 1
7	W8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

In der Interrupt-Service-Routine kann das Interrupt-Vector-Register IVR ausgelesen werden. Hier steht die Nummer des Interrupts mit der höchsten Priorität sowie die Information, ob bei diesem Interrupt ein Overrun aufgetreten ist.

Interrupt-Vector-Register IVR:

Bit	R/W	Bedeutung
3 bis 0	R8	Nummer des Interrupts mit der höchsten Priorität
4	R8	Reserviert
5	R8	Zustand des zugehörigen Bits im IOR (1 = Overrun)
7, 6	R8	=0

Interrupt-Mask-Register IMR (RW16),
Interrupt-Pending-Register IPR (RW16),
Interrupt-Overrun-Register IOR (R16),
Interrupt-Edge-Register IER (W16):

Bit	Zugehöriger Interrupt
0	Interrupt INT-0 (niedrigste Priorität)
1	Interrupt INT-1
2	Interrupt INT-2
⋮	⋮
13	Interrupt INT-13
14	Interrupt INT-14
15	Interrupt INT-15 (höchste Priorität)

Die Bits in den 4 Registern haben folgende Bedeutung:

Register	**Bedeutung der Bits**	
Interrupt-Mask-Register IMR	0 = maskiert	1 = demaskiert
Interrupt-Pending-Register IPR	0 = not pending	1 = pending
Interrupt-Overrun-Register IOR	0 = no Overrun	1 = Overrun
Interrupt-Edge-Register IER		
Eingang nicht invertiert (siehe IIR)	0 = pos. Flanke	1 = neg. Flanke
Eingang invertiert (siehe IIR)	1 = neg. Flanke	0 = pos. Flanke

Mit Hilfe des Interrupt-Edge-Registers IER wird ausgewählt, ob die positive oder die negative Flanke an einem externen Eingang den Interrupt auslösen soll. Es muß beachtet werden, daß die Einstellung der pos. oder neg. Flanke von der Einstellung im Input-Invert-Register IIR abhängig ist.

Die Bedingung, unter der ein Zähler einen Interrupt auslöst, richtet sich danach, in welchem Mode er sich befindet. In den folgenden Tabellen sind die Interrupt-Bedingungen aufgeführt.

Die Zählereignisse in den verschiedenen Betriebsarten:

		Zählereignis			
Zählermode		**A**	**B**	**C**	**D**
1	Aufwärtszähler	Überlauf	nicht benutzt	nicht benutzt	nicht benutzt
2	Abwärtszähler	nicht benutzt	Unterlauf	nicht benutzt	nicht benutzt
3	Auf-/Abwärtszähler Typ A	Überlauf	Unterlauf	nicht benutzt	nicht benutzt
4	Auf-/Abwärtszähler Typ B	Überlauf	Unterlauf	nicht benutzt	nicht benutzt
5	Timer	nicht benutzt	Unterlauf	nicht benutzt	nicht benutzt
6	Inkrementalgeber Typ A	Überlauf	Unterlauf	nicht benutzt	nicht benutzt
7	Inkrementalgeber Typ B, Vorwärtsrichtung	Überlauf	nicht benutzt	nicht benutzt	nicht benutzt
8	Inkrementalgeber Typ B, Rückwärtsrichtung	Überlauf	nicht benutzt	nicht benutzt	nicht benutzt
9	Frequenzmessung	Überlauf	Ende der Messung	nicht benutzt	nicht benutzt
10	Pulsbreiten-messung	Überlauf	Ende der Messung	nicht benutzt	nicht benutzt
11	Periodendauermessung	Überlauf	Ende der Messung	nicht benutzt	nicht benutzt
12	Geschwindigkeits-messung	Überlauf	Unterlauf	Ende der Messung	Meßwert ungültig

Zählereignis und Interrupt-Belegung:

	Zählereignis			
Zähler	**A**	**B**	**C**	**D**
Zähler 0	INT-12	INT-13	INT-14	INT-15
Zähler 1	INT-6	INT-7	nicht benutzt	nicht benutzt
Zähler 2	INT-4	INT-5	nicht benutzt	nicht benutzt

Damit durch die Zählereignisse der Zähler 1 und 2 Interrupts ausgelöst werden können, müssen die Bits 5 und 6 im Interrupt-Select-Register ISR (S. 15-15) entsprechend gesetzt sein.

Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler

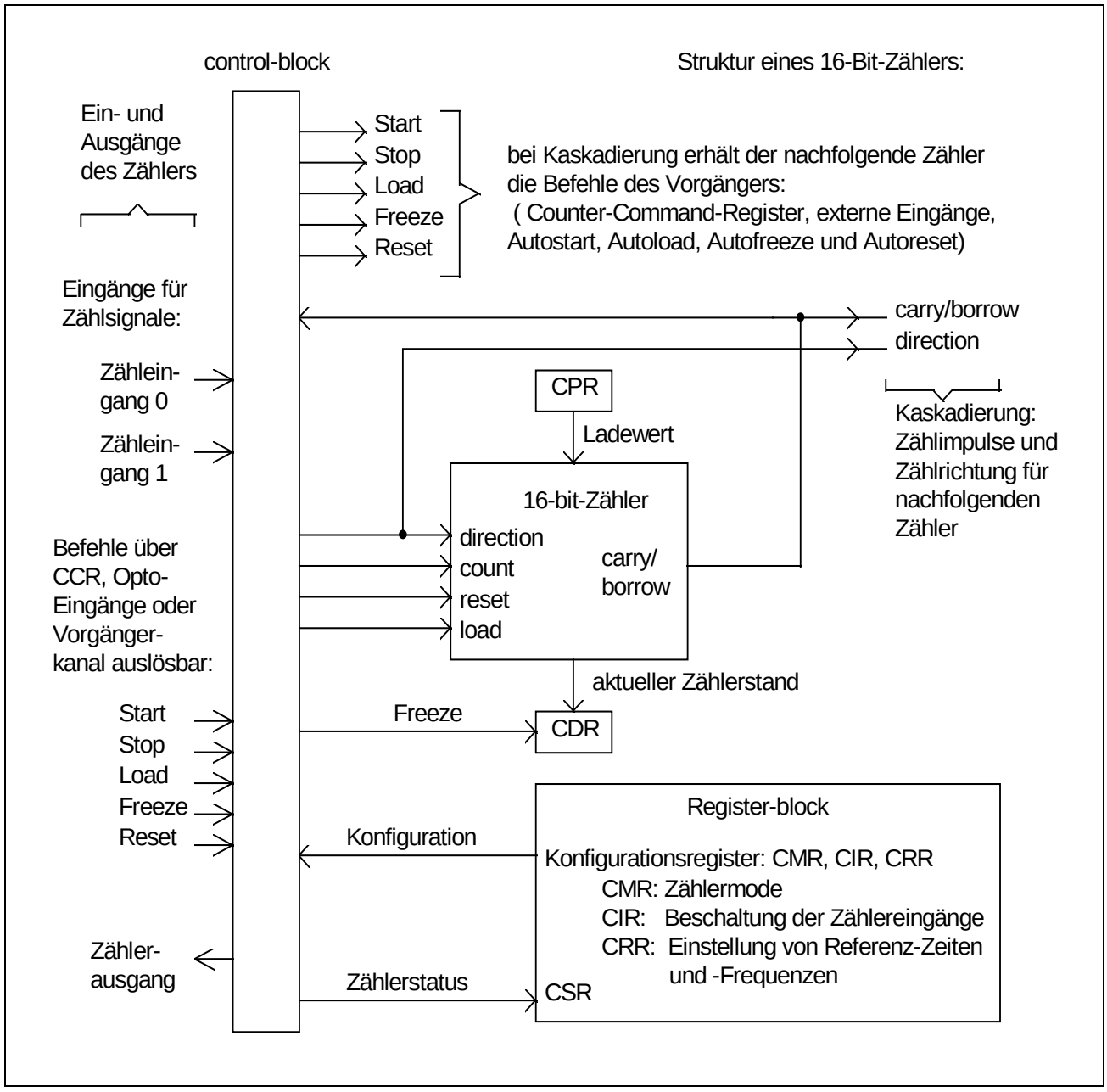


Abb. 15-5: Vereinfachte Darstellung eines 16-Bit-Zählers

Das M-C16-3 hat drei 16-Bit-Zählern, die von 0 bis 2 durchnumeriert sind. Jeder Zähler besitzt einen eigenen Registersatz. Die letzte Ziffer eines Registernamens gibt an, welchem der drei Zähler das Register zugeordnet ist.

Jeder Zähler besitzt ein Counter-Mode-Register (CMR0, CMR1, CMR2) mit dem die Zählerbetriebsart (Vor-/Rückwärtszähler, Frequenzmessung, Inkrementalgeber usw.) eingestellt wird. Ebenso werden, abhängig von der Betriebsart, einige andere Einstellungen (Unterbetriebsarten) durch dieses Register festgelegt.

Ein Zähler kann auf einen Wert vorgesetzt werden, indem man diesen Wert in das zugehörige Counter-Preset-Register (CPR0, CPR1, CPR2) einträgt und anschließend einen Load-Befehl durchführt. Der Zählerstand kann jederzeit mit Hilfe des Freeze-Befehls ermittelt werden. Durch einen Freeze-Befehl wird der Inhalt des Zählers in das zugehörige Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) gespeichert und kann anschließend ausgelesen werden. Das Rücksetzen eines Zählers auf 0 erfolgt durch den Reset-Befehl. Darüber hinaus existieren noch die beiden Befehle Start und Stop.

In jeder Betriebsart können die Funktionen Start, Stop, Load, Freeze und Reset per Software über das Counter-Command-Register CCR ausgelöst werden. Über das Counter-Command-Register des M-C16-3 können alle 3 Zähler gesteuert werden.

Zusätzlich können alle oben aufgeführten Funktionen (Start, Stop, Load, Freeze, Reset), durch eine Flanke auf einem der optoentkoppelten Eingänge DIN-0 bis DIN-3 ausgelöst werden. Die Auswahl, welcher Befehl durch welchen externen Eingang ausgelöst wird, geschieht durch das zugehörige Counter-Input-Register (CIR0, CIR1, CIR2). Mit Hilfe des Input-Invert-Registers IIR (siehe Kapitel "Optoentkoppelte Eingänge") kann die positive oder negative Flanke als aktive Flanke eingestellt werden. Keine Invertierung bedeutet, daß die positive Flanke den Befehl auslöst.

Die Referenzfrequenzen und Torzeiten für Messungen und Timer-Funktionen werden über die Counter-Referenz-Register (CRR0, CRR1, CRR2) eingestellt.

Die Counter-Status-Register (CSR0, CSR1, CSR2) können jederzeit gelesen werden und enthalten verschiedene Informationen über den Zustand der Zähler.

Jeder Zähler besitzt einen Ausgang, der wahlweise mit einem der optoentkoppelten Ausgänge verbunden werden kann (siehe Kapitel "Optoentkoppelte Ausgänge"). Ist dies der Fall, dann wechselt der Ausgang bei jedem Zählerunterlauf den Zustand. In Verbindung mit dem Timer-Mode kann dadurch ein Rechteckgenerator mit einstellbarer Frequenz realisiert werden.

Die Meß- und Zählsignale, externe Referenz- und Torsignale, Inkrementalgebersignale usw. werden an die Zähleingänge 0 und 1 der Zähler gelegt.

Bedeutung der Eingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" in den verschiedenen Zählermodes:

Mode		**Zähleingang 0**	**Zähleingang 1**
1	Aufwärtszähler	Up	-
2	Abwärtszähler	Down	-
3	Auf-/Abwärtszähler Typ A	Up	Down
4	Auf-/Abwärtszähler Typ B	Count	Dir
5	Timer	Down	-
6	Inkrementalgeber Typ A	Phase A	Phase B
7	Inkrementalgeber Typ B_Vorwärts	Phase A	Phase B
8	Inkrementalgeber Typ B_Rückwärts	Phase A	Phase B
9	Frequenzmessung	Meßfrequenz	Gate
10	Pulsbreitenmessung	Referenzfrequenz	Meßfrequenz
11	Periodendauermessung	Referenzfrequenz	Meßfrequenz
12	Geschwindigkeitsmessung	Phase B	Phase A

-: keine Funktion
Up: Aufwärtszählimpulse
Down: Abwärtszählimpulse
Count: Zählimpulse in beiden Richtungen, aufwärts oder abwärts
Dir: Zählrichtung (0 = aufwärts, 1 = abwärts)
Phase A: Phase A des Inkrementalgebers
Phase B: Phase B des Inkrementalgebers
Gate: Torimpuls

Genaueres zu den Zähleingängen ist dem nachfolgenden Kapitel "Betriebsarten" zu entnehmen.

Nach einem Modul-Reset, bzw. nach dem Einschalten sind die Zähleingänge 0 und 1 der Zähler mit folgenden optoentkoppelten Eingängen verbunden:

Zähler	Zähleingang 0	Zähleingang 1
0	DIN-8	DIN-9
1	DIN-6	DIN-7
2	DIN-4	DIN-5

Diese Zuordnung der Eingänge kann mit Hilfe der Counter-Input-Register CIR0, CIR1, bzw. CIR2 (Bit-21 bis Bit-19) geändert werden. Die beiden Zähleingänge des Zählers 0 lassen sich paarweise mit allen zwölf optoentkoppelten Eingängen DIN-0 bis DIN-11 verbinden.

Eine detaillierte Beschreibung der oben aufgeführten Register ist dem Kapitel "Registerstruktur der Zähler" zu entnehmen

Die folgenden beiden Tabellen enthalten nochmals eine Aufstellung der zur Verfügung stehenden Befehle sowie eine Registerübersicht der Zähler.

Befehlsübersicht der Zähler:

Befehl	Wirkung
Start	Startet Zähler
Stop	Stoppt Zähler
Load	Zähler übernimmt Wert aus dem zugehörigen Counter-Preset-Register (CPR0, CPR1, CPR2)
Freeze	Zählerwert wird in das zugehörige Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) gespeichert
Reset	Zählerinhalt wird auf 0 gesetzt

Übersicht der Zählerregister:

Register	Bedeutung
Counter-Mode-Register: CMR0, CMR1, CMR2	Hier wird die Betriebsart (Mode) und die Unterbetriebsart (Submode) des Zählers festgelegt.
Counter-Input-Register: CIR0, CIR1, CIR2	Diese Register enthalten die Information über die Zuordnung der Kanaleingänge zu den optoentkoppelten Eingängen. Jeder Kanal besitzt zwei Zähleingänge und 5 Steuereingänge für die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset.
Counter-Referenz-Register: CRR0, CRR1, CRR2	Diese Register haben abhängig vom Mode folgende Bedeutung: Timer: Wahl der Zählfrequenz Frequenzmessung: Wahl der Dauer des Gate-Signals Pulsbreitenmessung: Wahl der Referenzfrequenz Periodendauermessung: Wahl der Referenzfrequenz Geschwindigkeitsmessung: Wahl der Referenzfrequenz Inkrementalgeber: Wahl der Nullimpulsverzögerung
Counter-Command-Register: CCR	Mit Hilfe dieses Registers können per Software folgende Befehle ausgeführt werden: Start, Stop, Load, Freeze, Reset. Die Befehle können zeitgleich an mehrere Zähler gesendet werden.
Counter-Status-Register: CSR0, CSR1, CSR2	Über diese Register wird der Status der Zähler zurückgemeldet.
Counter-Preset-Register: CPR0, CPR1, CPR2	Mit den Werten, die in diesen Registern gespeichert sind, können die Zähler vorgesetzt werden (Load-Befehl).
Counter-Data-Register: CDR0, CDR1, CDR2	Hier wird der aktuelle Zählerstand gespeichert. Die Speicherung erfolgt durch einen Freeze-Befehl.

Betriebsarten der Zähler

In diesem Kapitel sollen die Betriebsarten der Zähler genauer beschrieben werden. Bei jeder Betriebsart wird angegeben, welche weiteren Einstellungen (Unterbetriebsarten) möglich sind. Die Unterbetriebsarten werden am Ende dieses Kapitels im Abschnitt "Unterbetriebsarten" auf Seite 15-60 erläutert.

Bevor Sie sich diesem Kapitel zuwenden, sollten Sie das vorangehende Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" gelesen haben.

Mode 1: Aufwärtszähler

In dieser Betriebsart arbeitet der Zähler als Aufwärtszähler. An den Zähleingang 0 werden die Zählimpulse gelegt, Zähleingang 1 wird nicht benutzt und steht als einfacher digitaler Eingang zur Verfügung. Durch einen Überlauf kann ein Interrupt ausgelöst werden (siehe Kapitel "Interrupt-Controller").

In diesem Mode wird nur der Submode AUTOSTART unterstützt. Dieser Submode wird im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Der Zählereingang "Zähleingang 0" kann mit Hilfe der Counter-Input-Register CIR0, CIR1 und CIR2 verschiedenen optoentkoppelten Eingängen zugeordnet werden. Die folgenden Abbildungen zeigen die verschiedenen Möglichkeiten auf. Weiterhin ist dargestellt, welcher Interrupt (falls freigegeben) bei einem Zählerüberlauf ausgelöst wird.

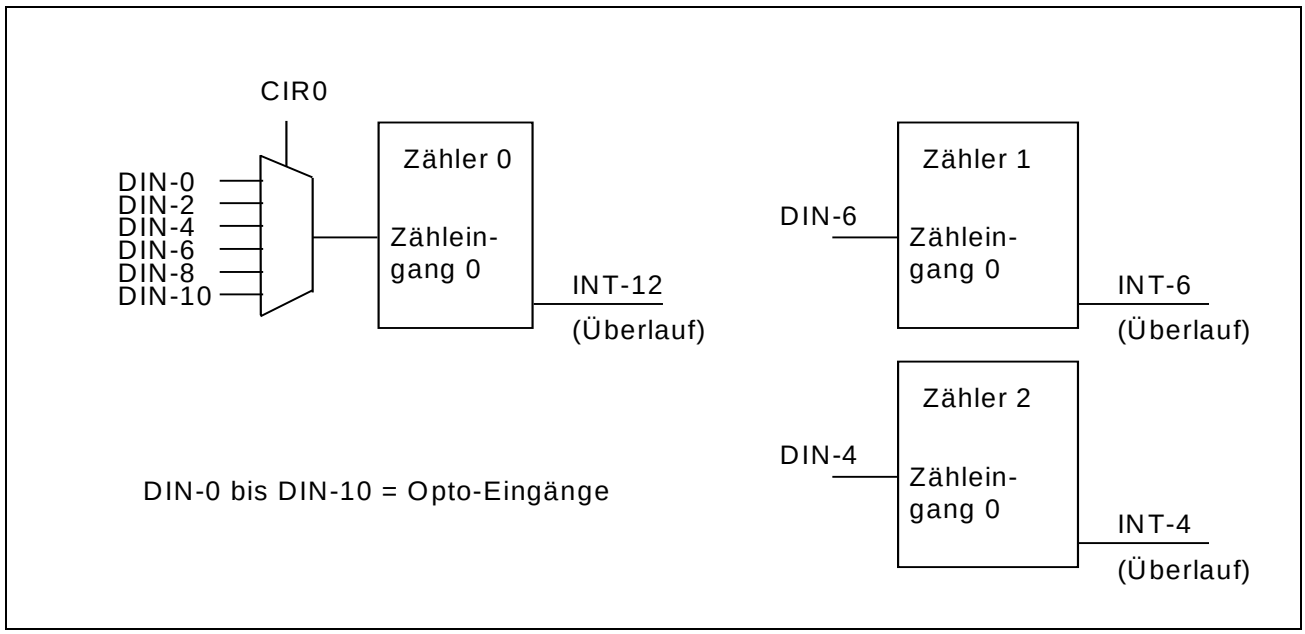


Abb. 15-6: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Aufwärtszähler

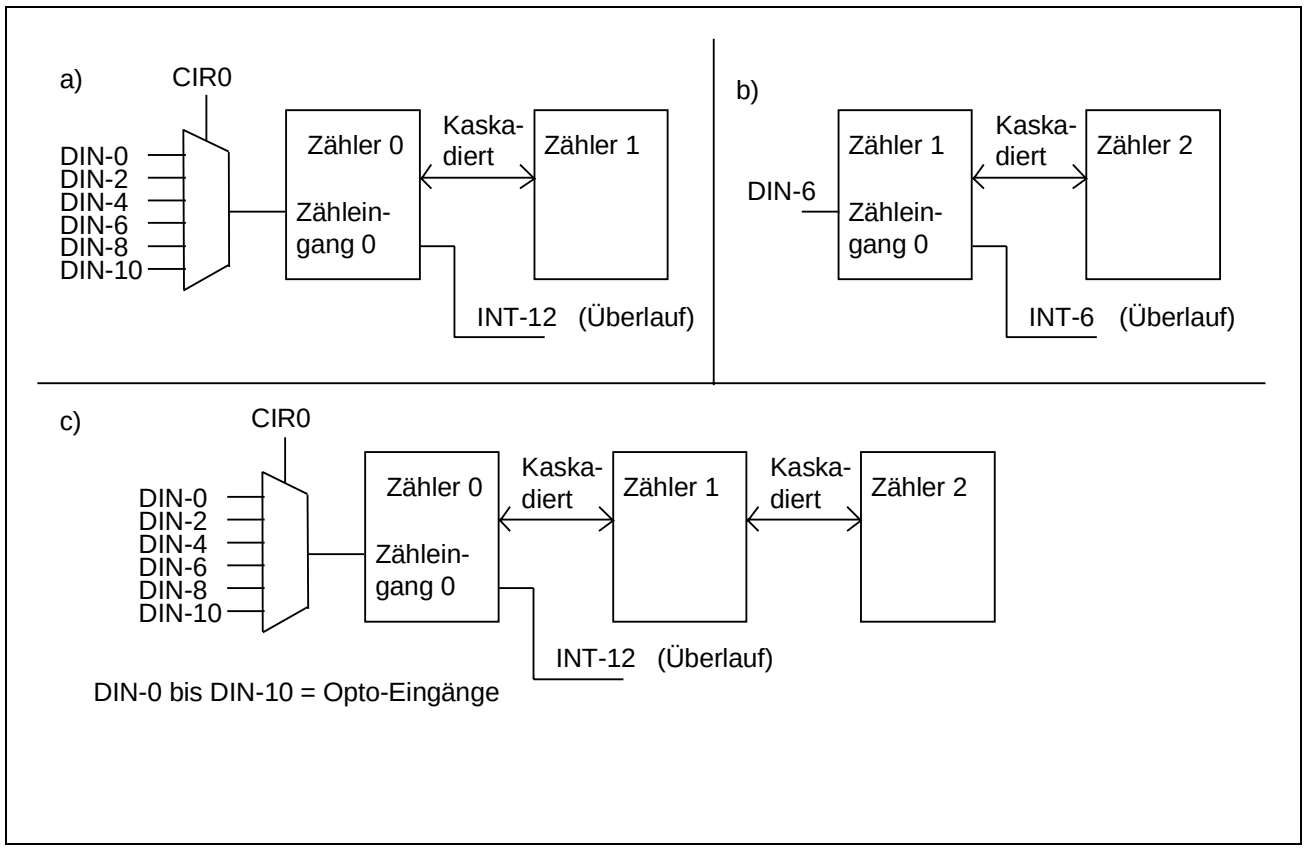


Abb. 15-7: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Aufwärtszähler, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Aufwärtszähler, c) Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Aufwärtszähler

Mode 2: Abwärtszähler

In dieser Betriebsart arbeitet der Zähler als Abwärtszähler. An den Zähleingang 0 werden die Zählimpulse gelegt, Zähleingang 1 wird nicht benutzt und steht als einfacher digitaler Eingang zur Verfügung. Durch einen Unterlauf kann ein Interrupt ausgelöst werden (siehe Kapitel "Interrupt-Controller").

In diesem Mode werden die Submodes AUTOSTART und HILFSZÄHLER unterstützt. Die Submodes werden im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Der Zählereingang "Zähleingang 0" kann mit Hilfe der Counter-Input-Register CIR0, CIR1 und CIR2 verschiedenen optoentkoppelten Eingängen zugeordnet werden. Die folgenden Abbildungen zeigen die verschiedenen Möglichkeiten auf. Weiterhin ist dargestellt, welcher Interrupt (falls freigegeben) bei einem Zählerunterlauf ausgelöst wird.

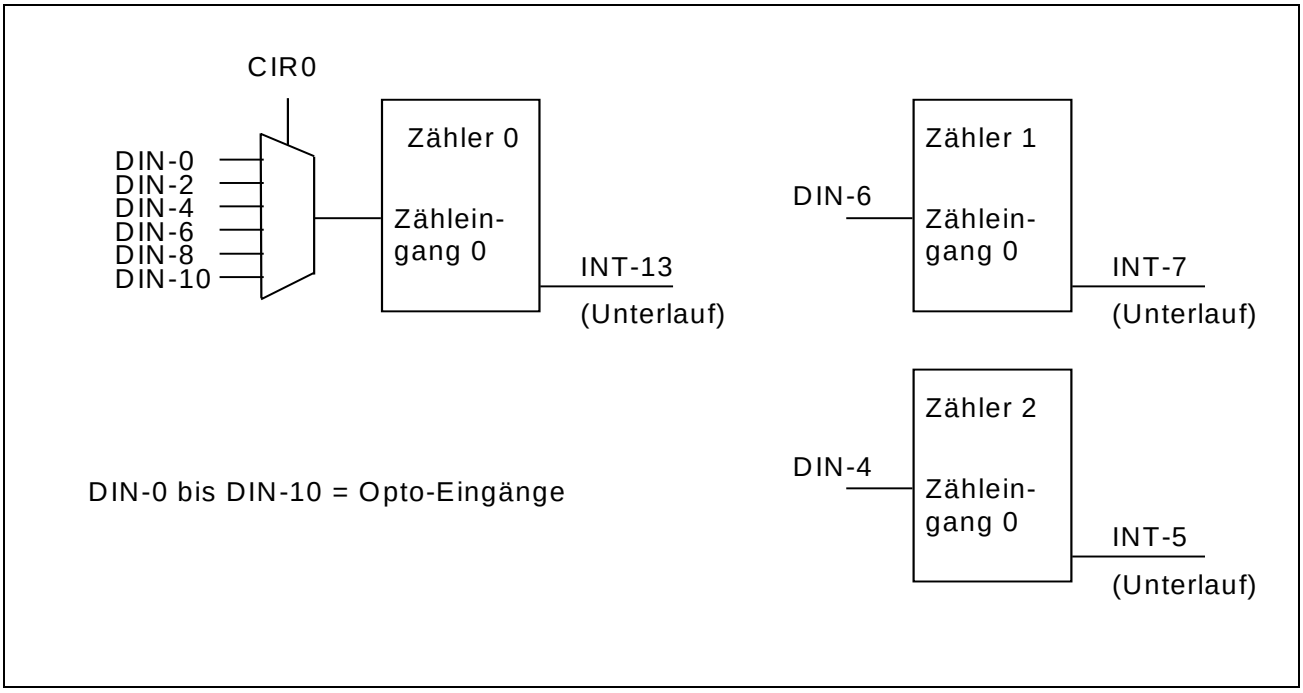


Abb. 15-8: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Abwärtszähler

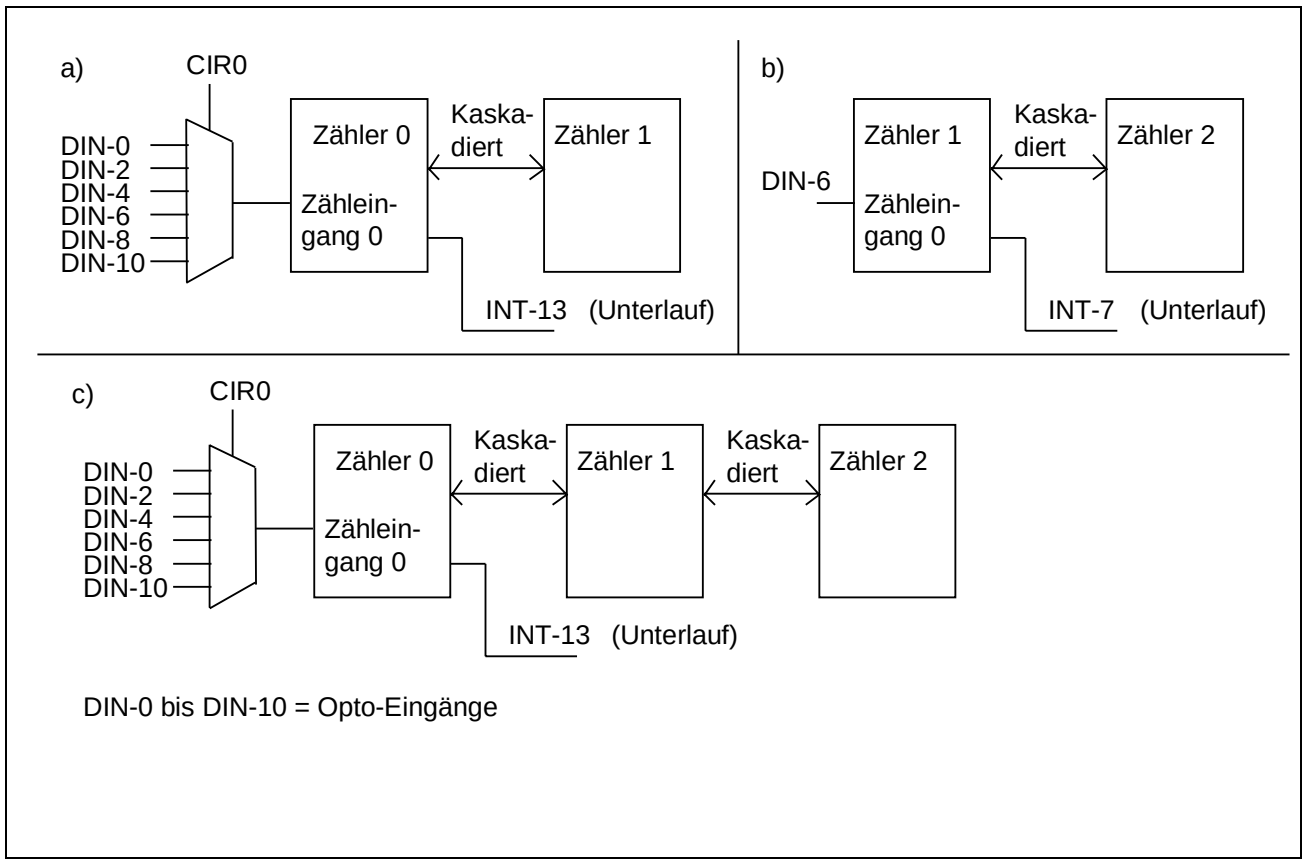


Abb. 15-9: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Abwärtszähler, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Abwärtszähler, c) Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Abwärtszähler

Mode 3: Auf-/Abwärtszähler Typ A

Impulse am Zähleingang 0 werden in Aufwärtsrichtung gezählt, Impulse am Zähleingang 1 in Abwärtsrichtung. Über- und Unterlauf können je einen Interrupt auslösen (siehe Kapitel "Interrupt-Controller").

In diesem Mode wird nur der Submode AUTOSTART unterstützt. Dieser Submode wird im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden.. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung der Zählereingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) bei Zählerüberlauf und Zählerunterlauf ausgelöst werden.

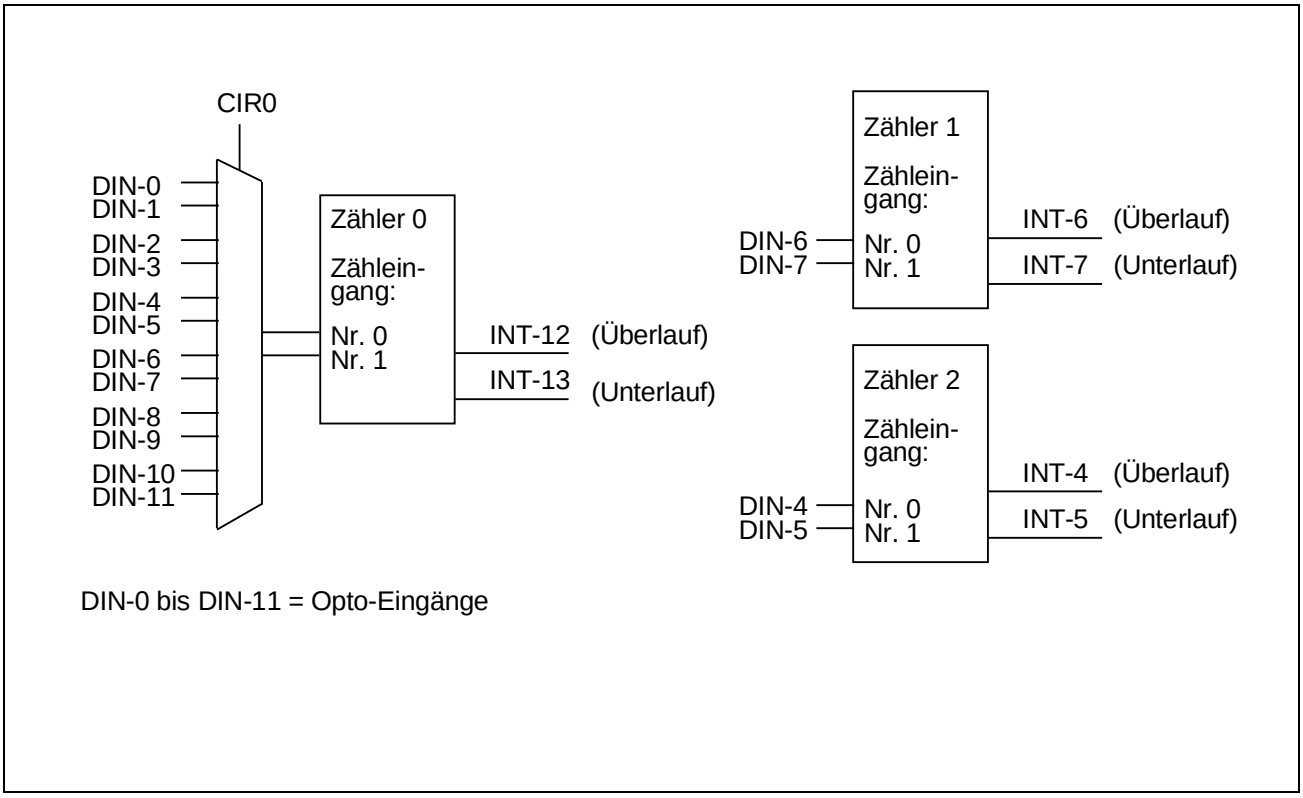


Abb. 15-10: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Auf-/Abwärtszähler

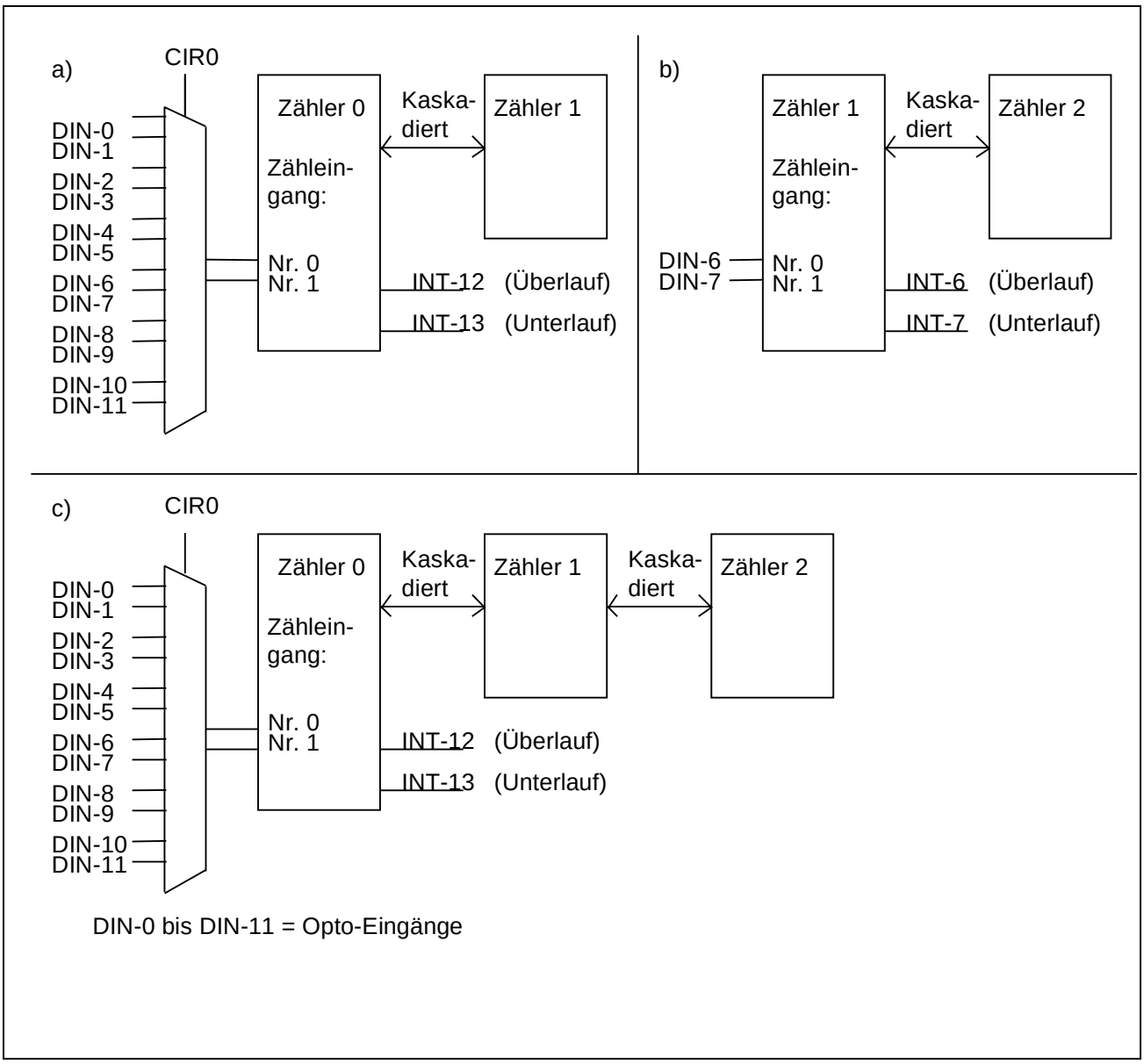


Abb. 15-11: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Auf-/Abwärtszähler, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Auf-/Abwärtszähler, c) Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Auf-/Abwärtszähler

Mode 4: Auf-/Abwärtszähler Typ B

Die Zählimpulse werden am Zähleingang 0 angelegt. Über den Zähleingang 1 wird die Zählrichtung festgelegt (0 = aufwärts, 1 = abwärts). Über- und Unterlauf können je einen Interrupt auslösen (siehe Kapitel "Interrupt-Controller").

In diesem Mode wird nur der Submode AUTOSTART unterstützt. Dieser Submode wird im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung der Zählereingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) bei Zählerüberlauf und Zählerunterlauf ausgelöst werden.

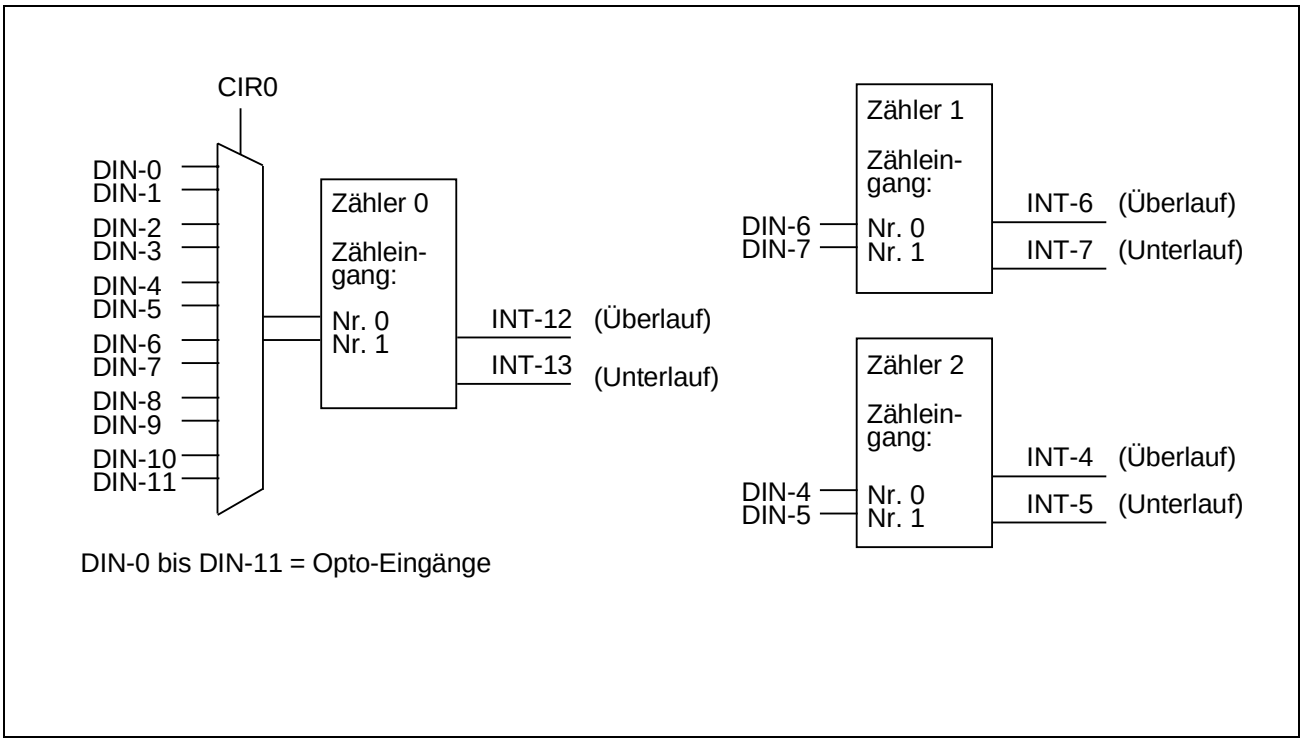


Abb. 15-12: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Auf-/Abwärtszähler

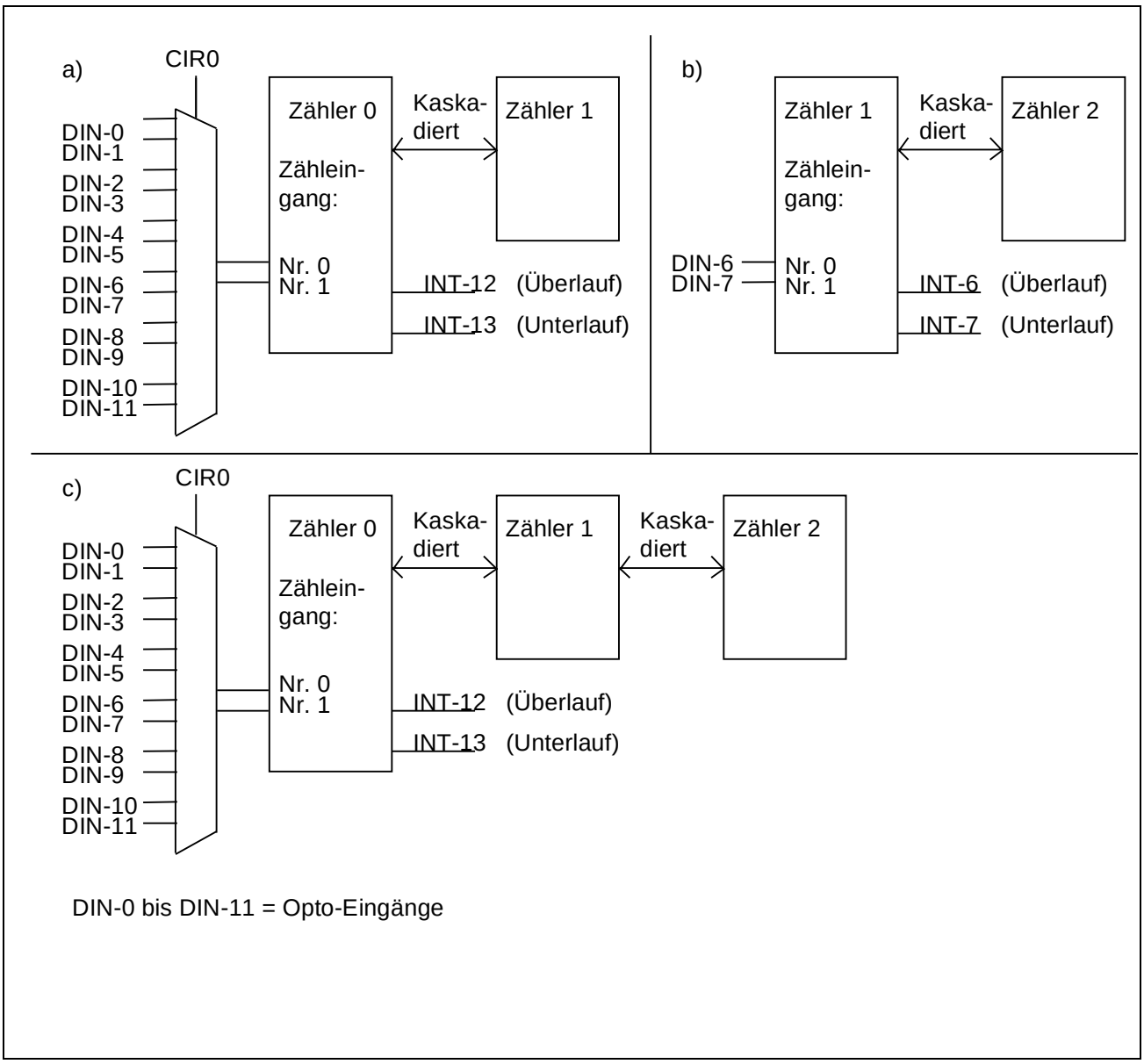


Abb. 15-13: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Auf-/Abwärtszähler, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Auf-/Abwärtszähler, c) Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Auf-/Abwärtszähler

Mode 5: Timer

Der Zähler arbeitet als Abwärtszähler. Die Zählsignale kommen wahlweise von dem modulinternen Taktgeber oder von einem externen Eingang (Submode EXTERN). Das externe Eingangssignal wird an den Zähleingang 0 gelegt. Mit Hilfe des entsprechenden Counter-Referenz-Registers (CRR0, CRR1, CRR2) kann die Frequenz des internen Taktgebers festgelegt werden. Durch einen Zählerunterlauf kann ein Interrupt ausgelöst werden (siehe Kapitel "Interrupt-Controller"). Der Timer kann auch als Watchdog verwendet werden, indem er während des Zählvorgangs durch einen Load-Befehl nachgetriggert wird.

Folgende interne Frequenzen stehen zur Verfügung:

10 MHz, 5 MHz, 2 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 200 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 200 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 20 Hz, 10 Hz

Ist die interne oder externe Zählfrequenz kleiner 2,5 MHz, dann ergibt sich die Timer-Zeit aus folgender Formel:

$$\text{Timer-Zeit} = (\text{Zählerinhalt} + 1) * T_{\text{Referenz}}$$

Ab einer Zählfrequenz von größer oder gleich 2,5 MHz ergibt sich die Timer-Zeit aus folgender Formel:

$$\text{Timer-Zeit} = (\text{Zählerinhalt} + 1) * T_{\text{Referenz}} + 200\ \text{ns}$$

In diesem Mode werden die Submodes AUTOSTART, CONTINUE und EXTERN unterstützt. Die Submodes werden im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung des Zähleingangs 0 gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) bei Zählerunterlauf ausgelöst werden.

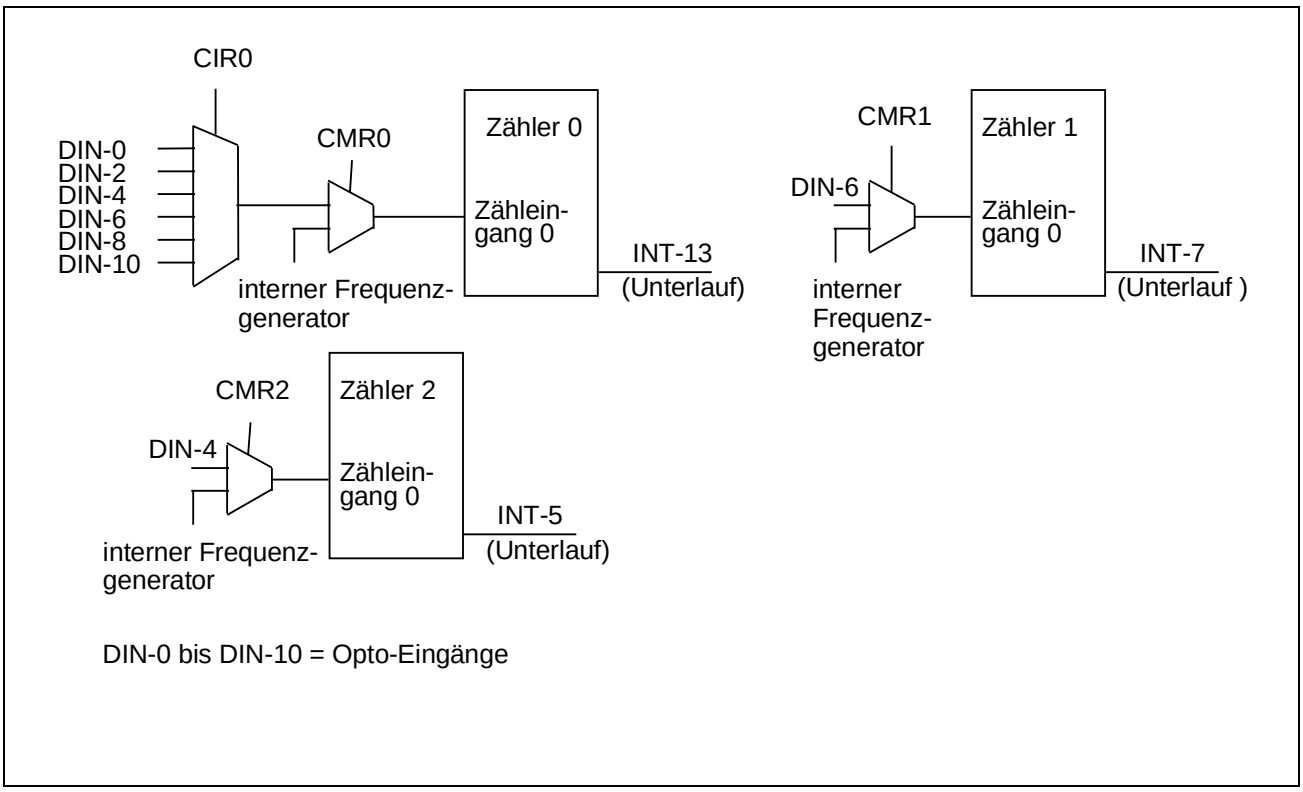


Abb. 15-14: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Timer

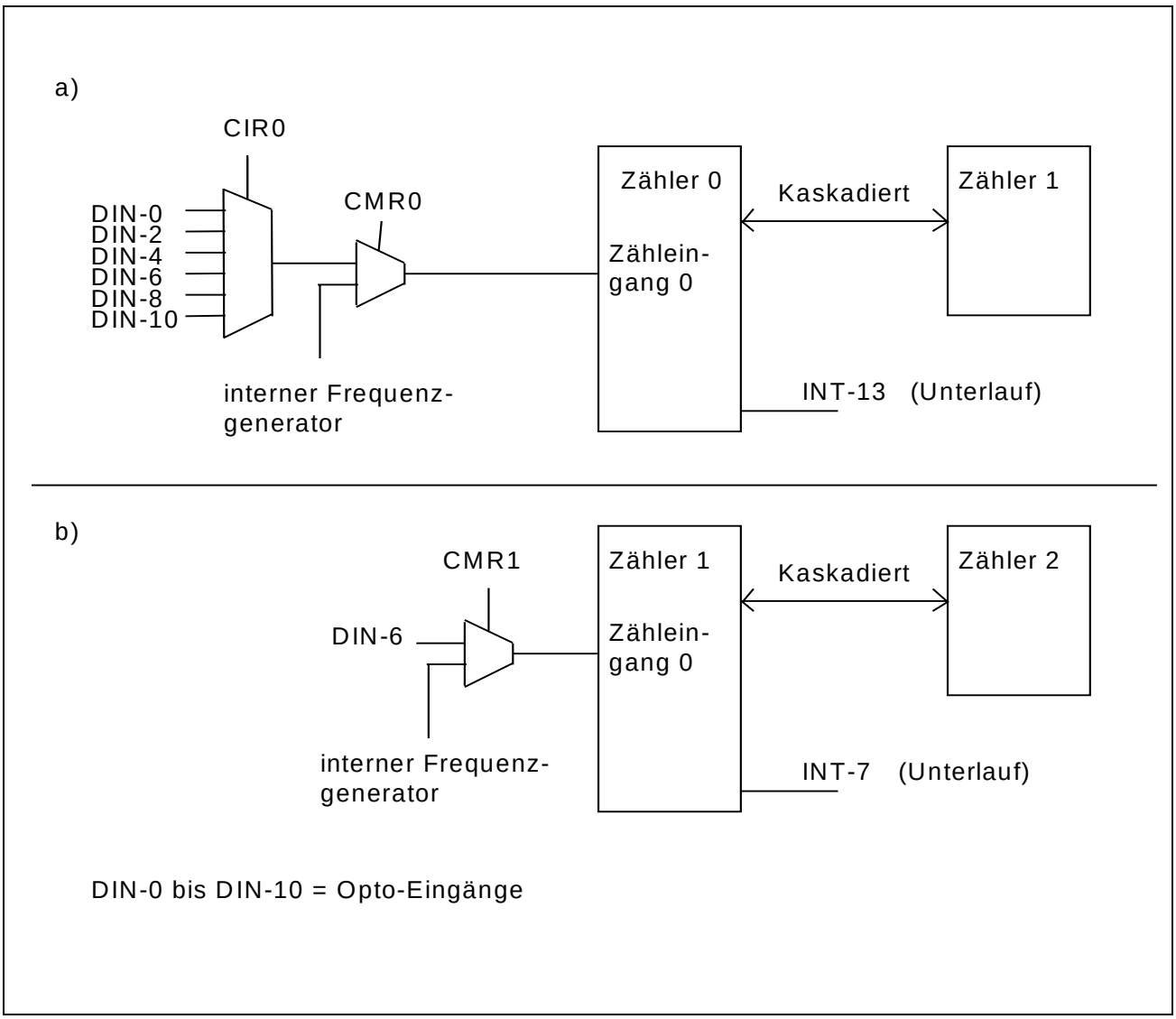


Abb. 15-15: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Timer, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Timer

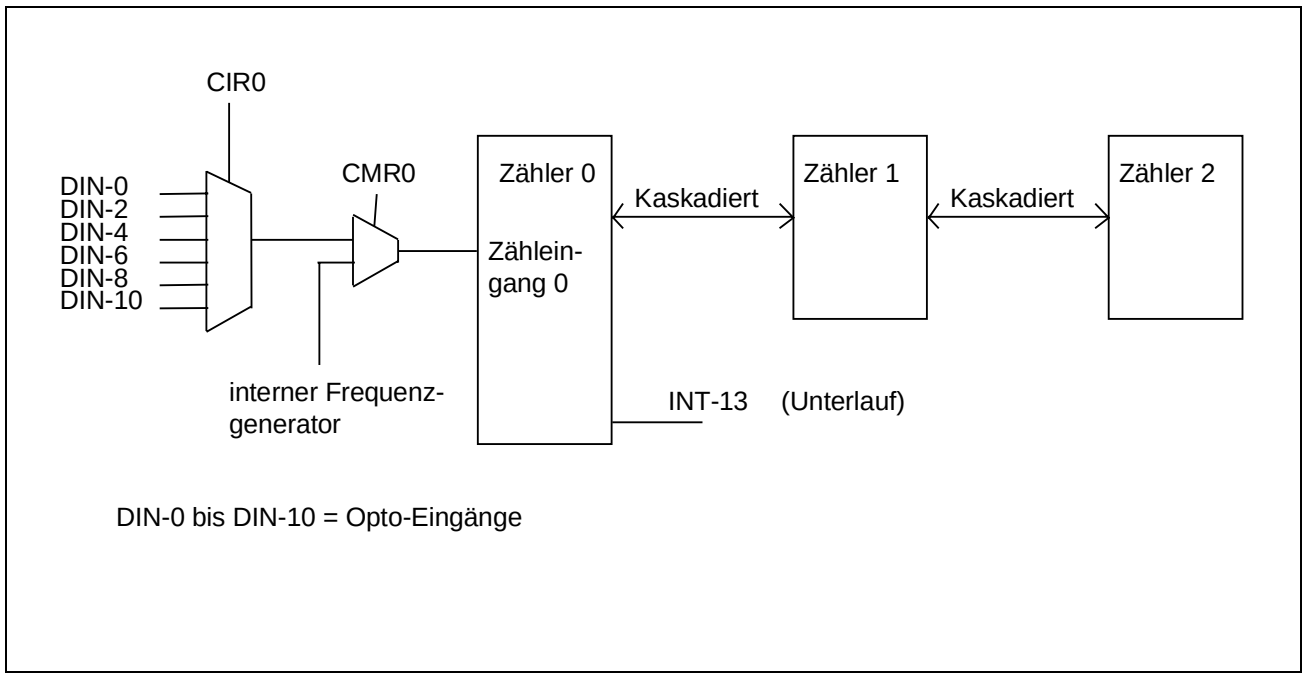


Abb. 15-16: Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Timer

Mode 6: Inkrementalgeber Typ A

In dieser Betriebsart arbeitet der Zähler als Auf-/Abwärtszähler. Die Zählimpulse werden von den beiden Signalen Phase A und Phase B des Inkrementalgebers abgeleitet. Zählerüberlauf und Zählerunterlauf können je einen Interrupt auslösen (siehe Kapitel "Interrupt-Controller"). Phase A des Inkrementalgebers wird an den Zähleingang 0, Phase B an den Zähleingang 1 gelegt.

Der Nachteil dieser Betriebsart ist, daß beim Hin- und Herfahren des Inkrementalgebers um den Zählerstand 0 sehr viele Interrupts ausgelöst werden, die evtl. von der Software nicht schnell genug verarbeitet werden können. Deshalb wurden die Modes 7 und 8 "Inkrementalgeber Typ B" eingeführt (siehe unten). Die Modes 7 und 8 sind nur bei dem Modul M-C16-3 implementiert.

Die Richtungserkennung beruht auf folgendem Prinzip:

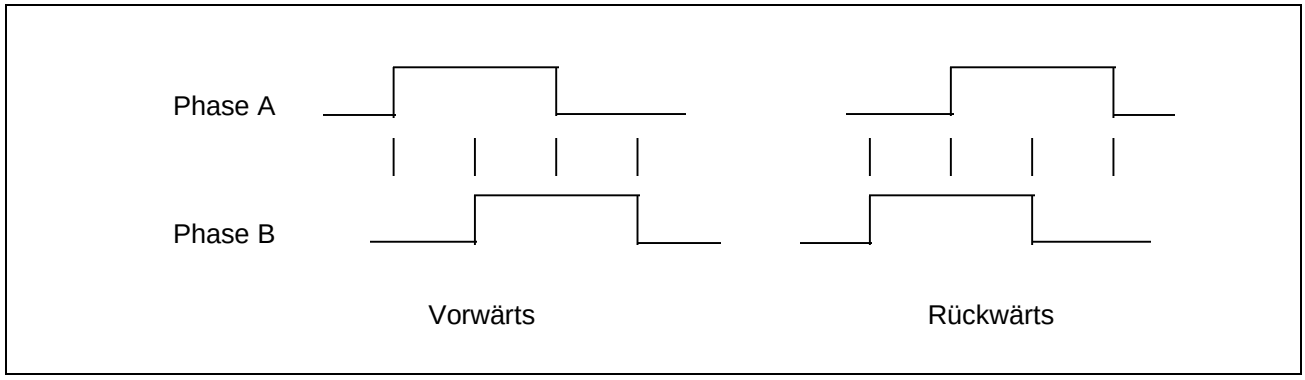


Abb. 15-17: Richtungsdiskriminator

Die Vorwärtsrichtung liegt vor, wenn das Signal Phase A dem Signal Phase B um 90 Grad vorauseilt. Bei einer Rückwärtsbewegung hinkt die Phase A der Phase B um 90 Grad hinterher.

Wird der Null-, bzw. Referenzimpuls eines Inkrementalgebers dazu verwendet den Zähler zurückzusetzen, dann ergibt sich oftmals die Problematik, daß die Flanke dieses Impulses in etwa zeitgleich mit einer Zählflanke auftritt. Die Nullimpulsflanke kann dabei, aufgrund der Toleranz des Inkrementalgebers, gegenüber der Zählflanke um eine gewisse Zeit vor- oder nacheilen. Je nachdem, welche Flanke zuerst ausgewertet wird, ist der Zählerstand anschließend entweder 0 oder 1. Das M-C16-3 erlaubt es daher mit Hilfe des Counter-Referenz-Registers CRR, die Flanke des Nullimpulses gegenüber der Zählflanke zu verzögern. Falls die Nullimpulsflanke innerhalb der eingestellten Zeitspanne voreilt, wird sie, durch die interne Verzögerung, trotzdem erst nach der Zählflanke ausgewertet, so daß der Zählerstand anschließend Null ist.

In diesem Mode werden die Submodes AUTOSTART und FLANKENAUSWERTUNG unterstützt. Die Submodes werden im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S.15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung der Eingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) bei Zählerüberlauf und Zählerunterlauf ausgelöst werden.

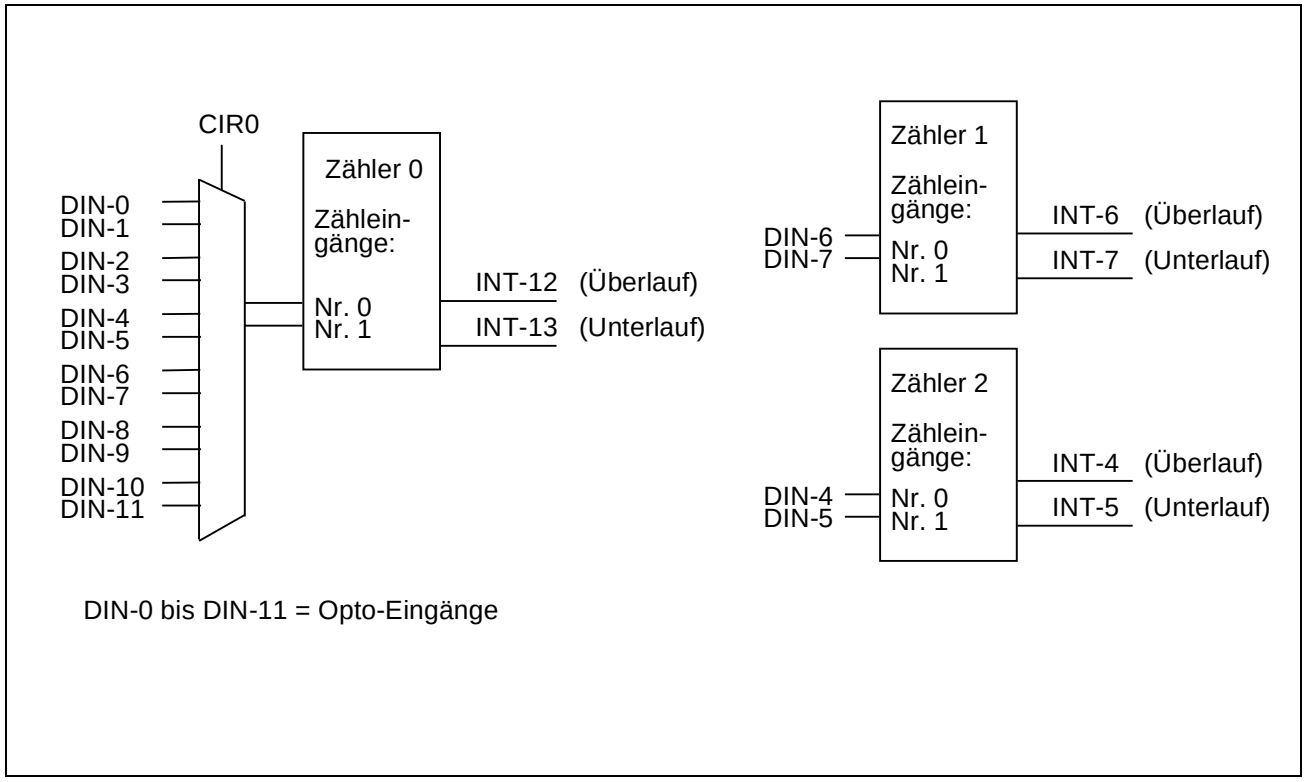


Abb. 15-18: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Inkrementalgeberzähler

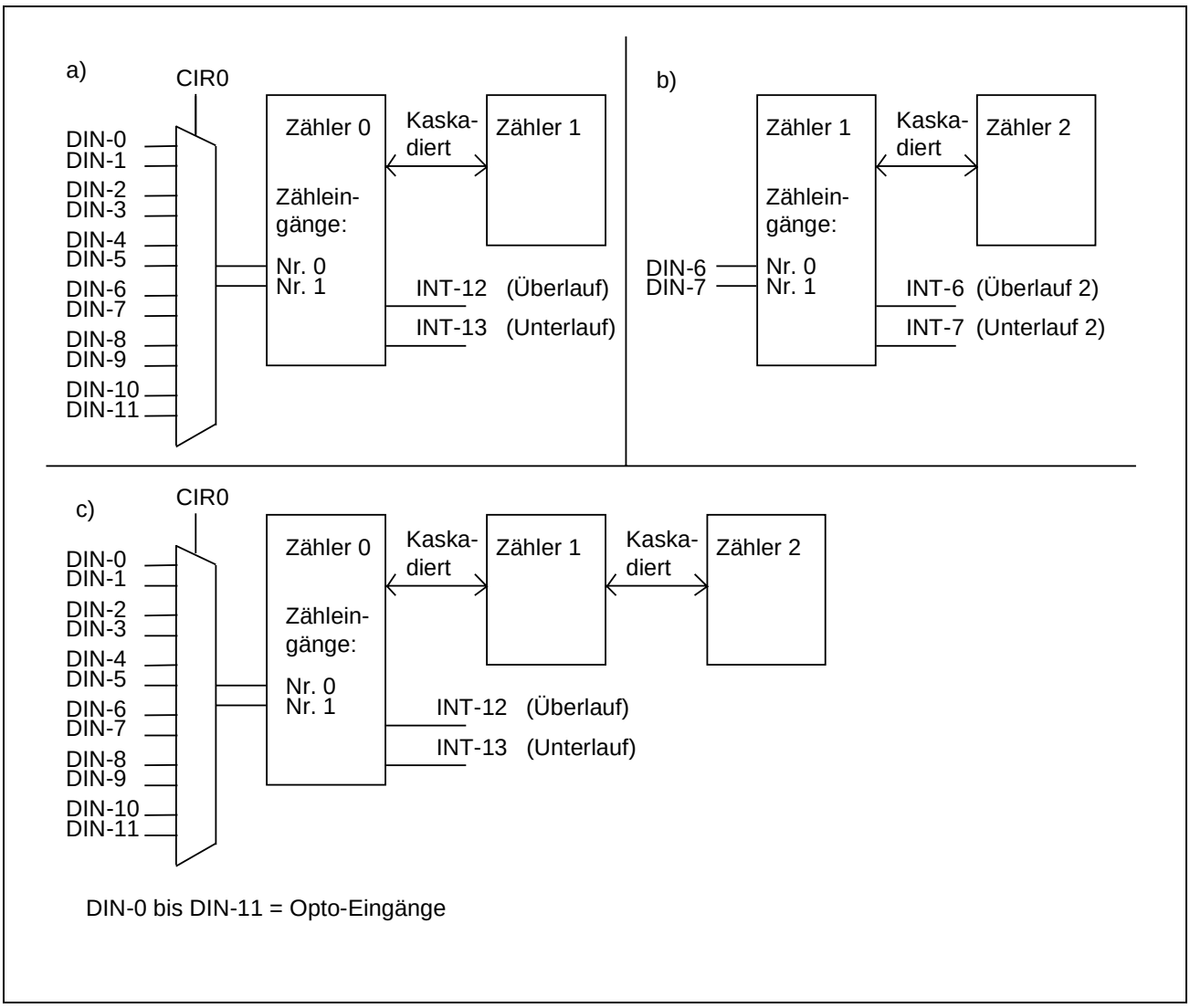


Abb. 15-19.: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Zähler, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Zähler, c) Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Zähler im Inkrementalgebermode A

Mode 7 und 8: Inkrementalgeber Typ B (nur M-C16-3)

In dieser Betriebsart wird der Zähler 0 für die Impulse in Vorwärtsrichtung, der Zähler 1 für die Impulse in Rückwärtsrichtung verwendet. Beide zählen aufwärts. Die Position ergibt sich aus der Differenz beider Zählerstände. Auf diese Weise werden beim Hin- und Herfahren des Inkrementalgebers um den Nullpunkt keine, bzw. sehr wenige Interrupts ausgelöst (Interrupt-Auslösung: siehe Kapitel "Interrupt-Controller"). Phase A des Inkrementalgebers wird an den Zähleingang 0, Phase B an den Zähleingang 1 beider Zähler gelegt.

Zähler 0 muß sich in Mode 7 (Inkrementalgeber Typ B_VORWÄRTS), Zähler 1 in Mode 8 (Inkrementalgeber Typ B_RÜCKWÄRTS) befinden.

Sowohl über die optoentkoppelten Eingänge als auch mit Hilfe des CCR ist es möglich einen Befehl gleichzeitig an mehrere Zähler zu schicken. Dadurch kann der Stand beider Zähler (für die Vorwärts- und die Rückwärtsrichtung) exakt zur gleichen Zeit in die zugehörigen Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) gespeichert werden (Freeze-Befehl).

In Mode 7 und 8 werden die Submodes FLANKENAUSWERTUNG unterstützt. Die Submodes werden im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

Die Art der Richtungsbestimmung entspricht dem Mode 6. Ebenso kann, wie im Kapitel "Mode 6: Inkrementalgeber Typ A" beschrieben, die Nullimpulsflanke des Inkrementalgebers gegenüber den von Phase A und B abgeleiteten Zählflanken verzögert werden.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung der Eingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) bei Zählerüberlauf ausgelöst werden.

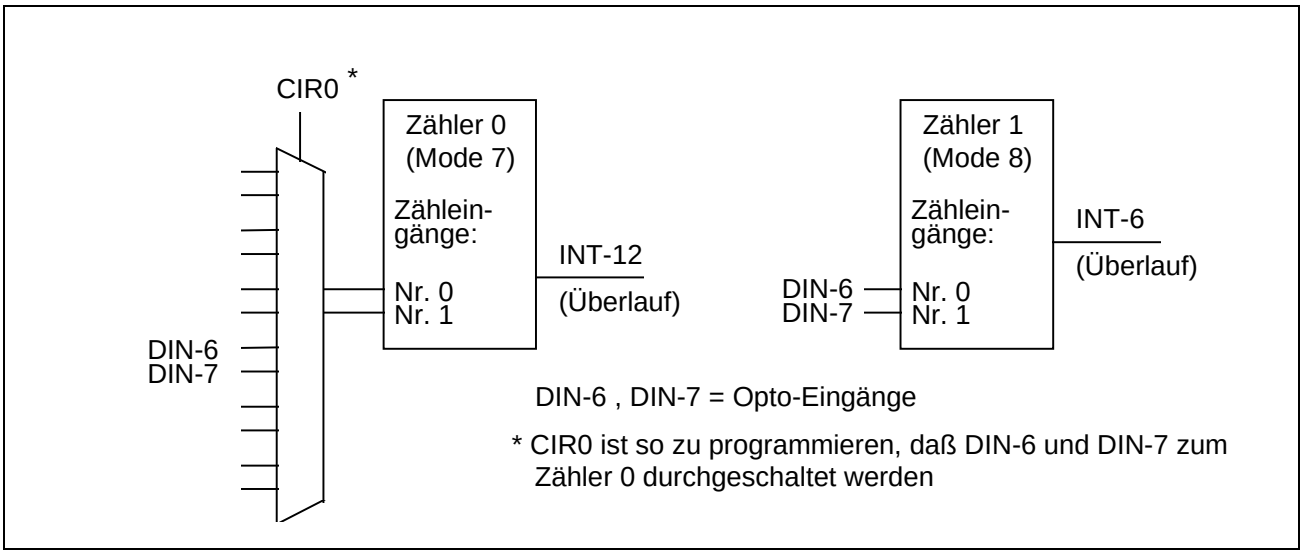


Abb. 15-20: Zähler 0 befindet sich in Mode 7, Zähler 1 in Mode 8

Das Counter-Input-Register CIR0 des Zählers 0 muß so programmiert werden, daß DIN-6 und DIN-7 als Zähleingänge des Zählers 0 verwendet werden. Die Phasen A und B müssen an DIN-6 und DIN-7 angeschlossen sein.

Mode 9: Frequenzmessung

Die zu messende Frequenz f wird an den Zähleingang 0 gelegt. Die Torzeit, während der gezählt wird, kann intern generiert oder über den Zähleingang 1 vorgegeben werden (Submode EXTERN). Die interne Torzeit wird mit dem entsprechenden Counter-Referenz-Register (CRR0, CRR1, CRR2) eingestellt. Folgende Torzeiten können intern generiert werden: 1 µs, 2 µs, 5 µs, 10 µs, 20 µs, 50 µs, 100 µs, 200 µs, 500 µs, 1 ms, 2 ms, 5 ms, 10 ms, 20 ms, 50 ms, 100 ms.

Durch das Ende der Messung und bei Zählerüberlauf können Interrupts ausgelöst werden (siehe Kapitel "Interrupt-Controller").

In diesem Mode werden die Submodes AUTOSTART, CONTINUE, EXTERN, AUTOFREEZE, OVERRIDE, AUTORESET und AUTOLOAD unterstützt. Die Submodes werden im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

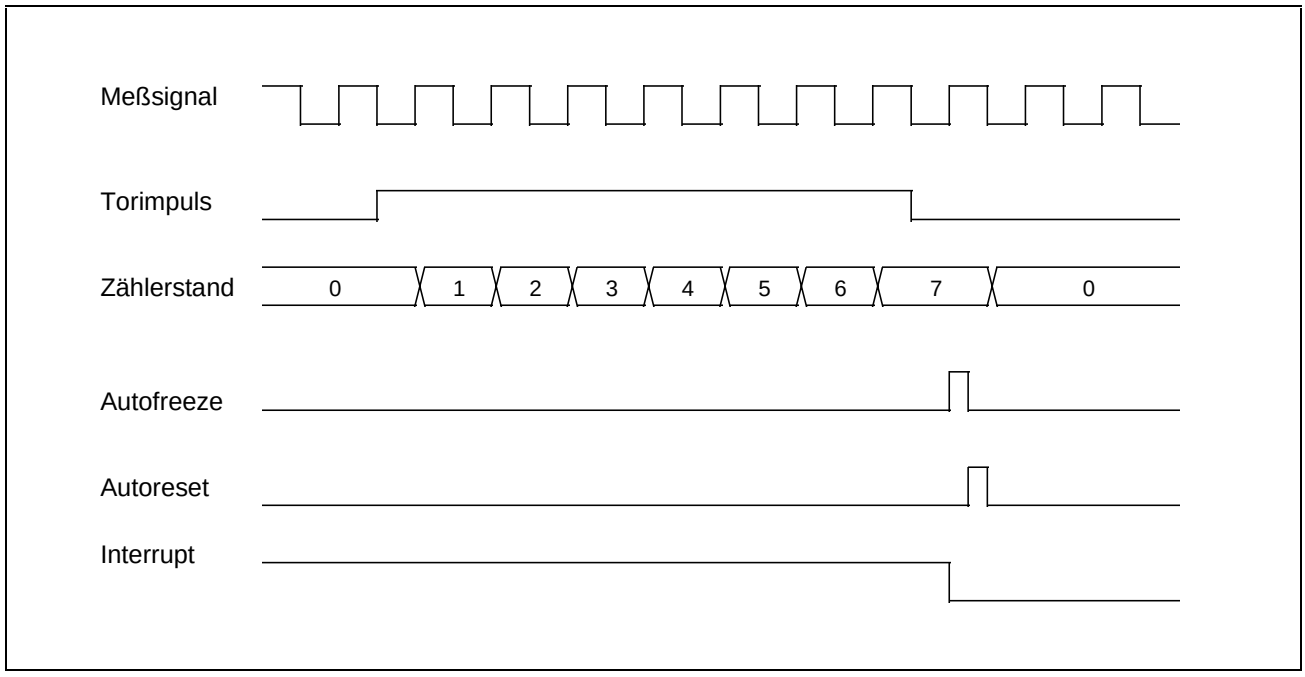


Abb. 15-21: Frequenzmessung mit Autofreeze und Autoreset

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung der Eingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) ausgelöst werden können.

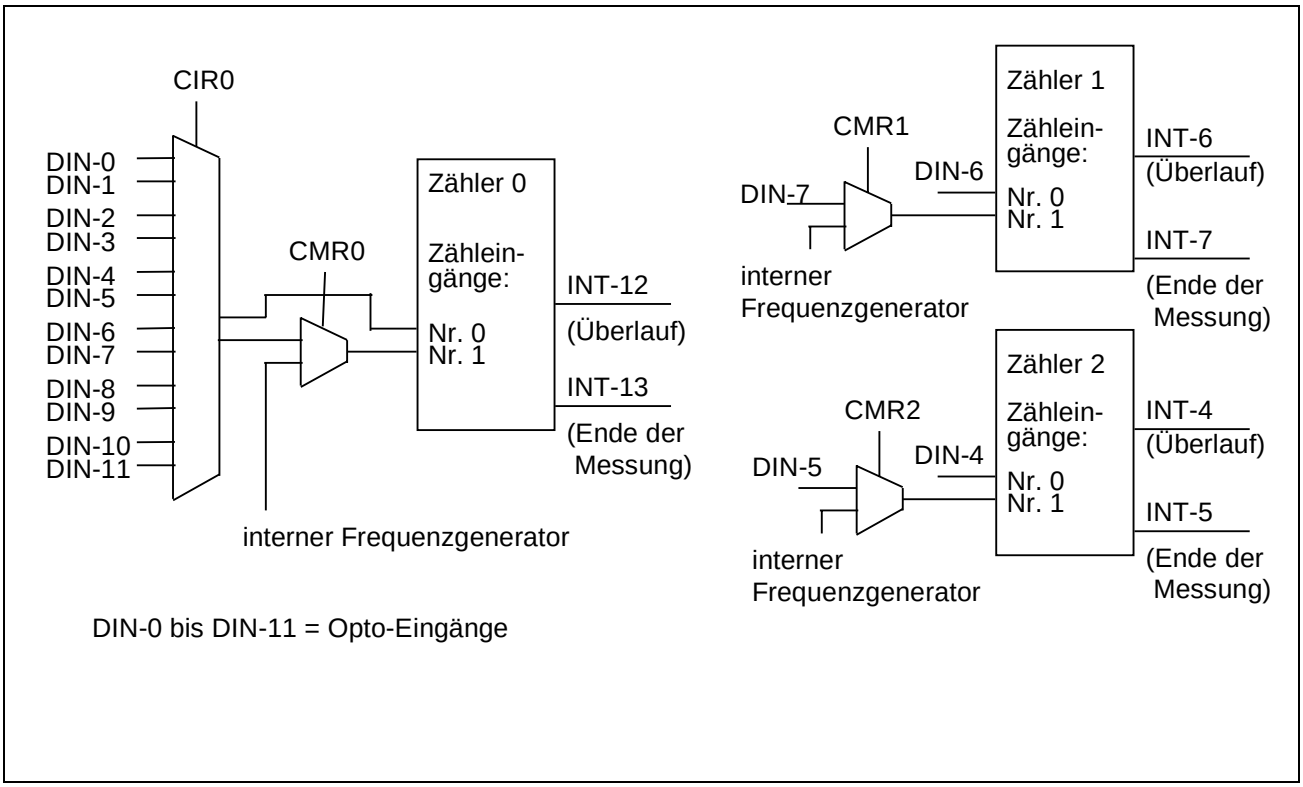


Abb. 15-22: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Zähler im Mode "Frequenzmessung"

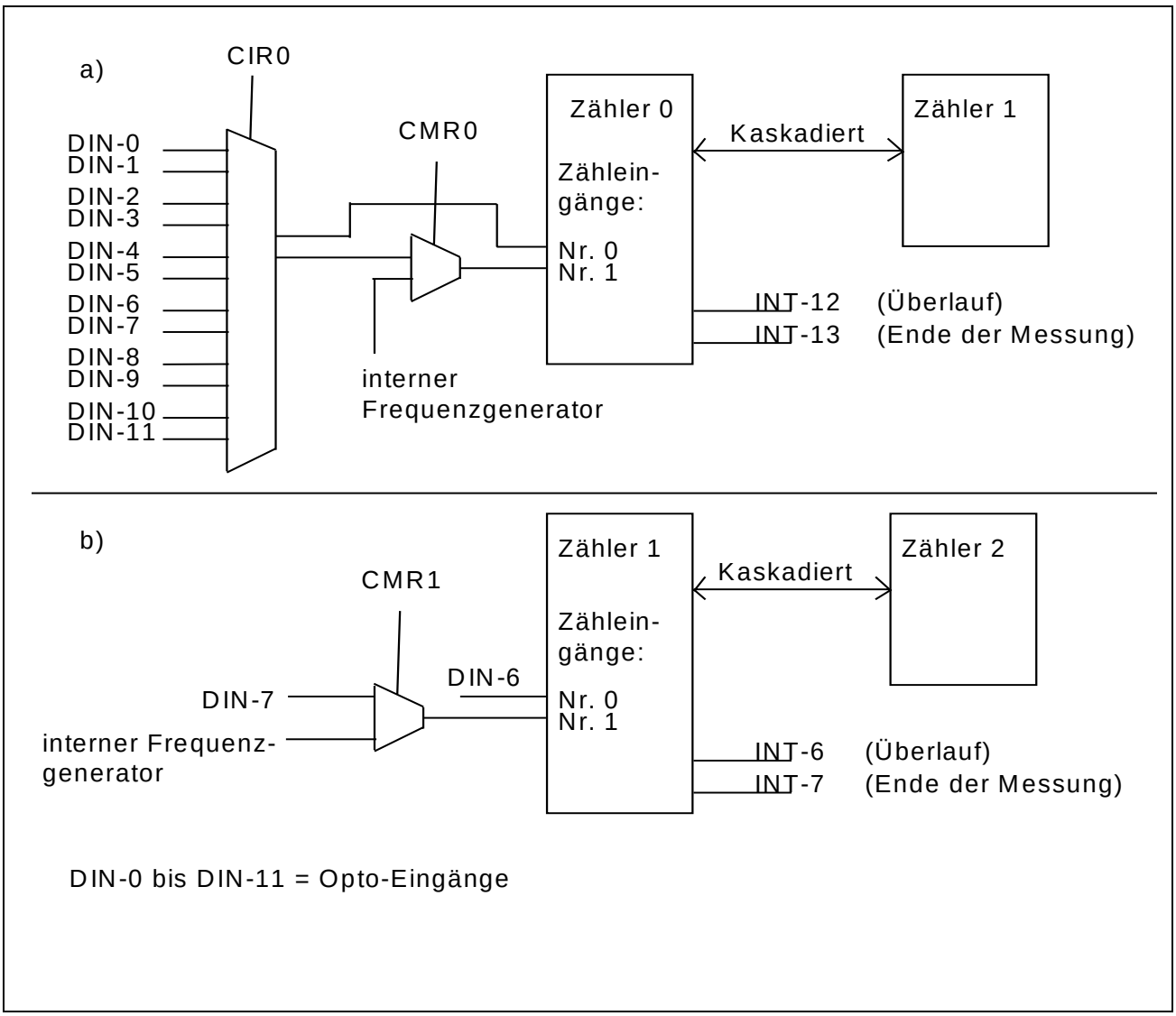


Abb. 15-23: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Zähler, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Zähler im Mode "Frequenzmessung"

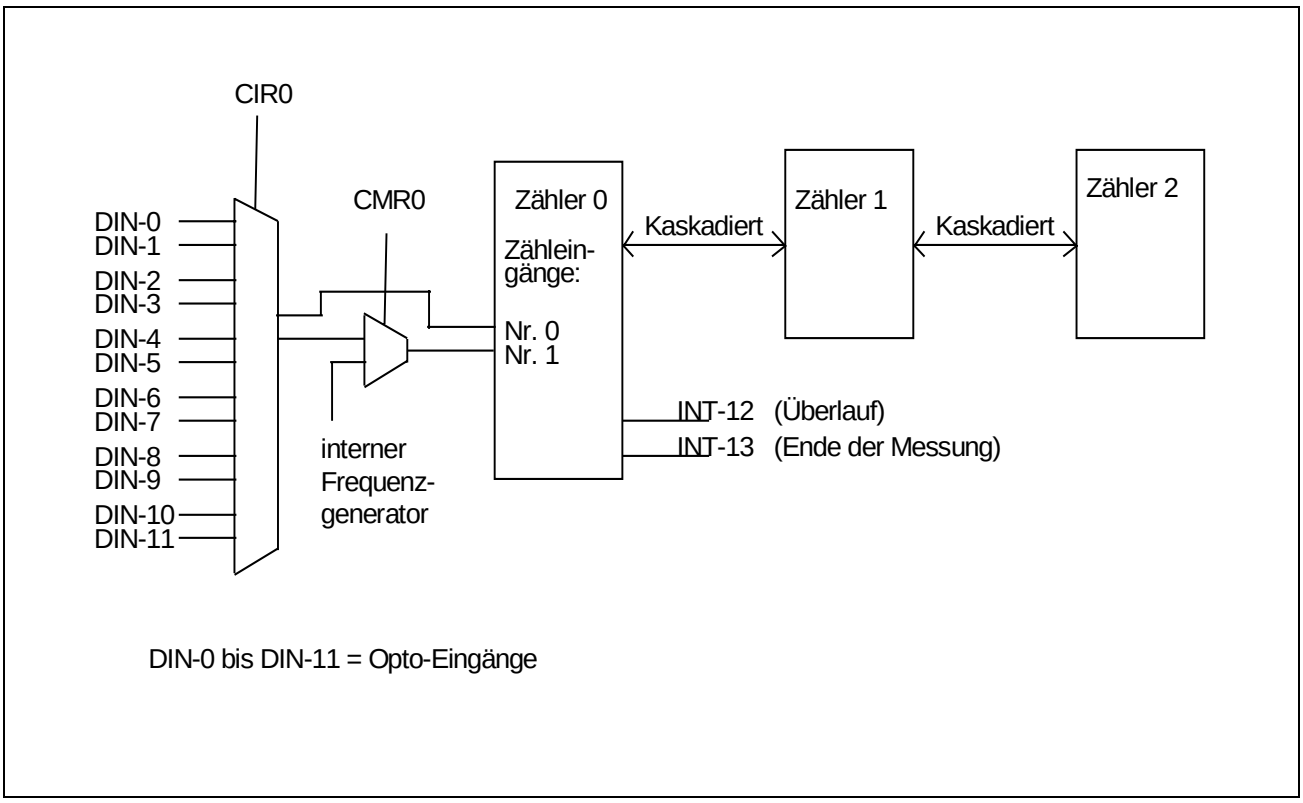


Abb. 15-24: Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Zähler im Mode "Frequenzmessung"

Mode 10: Pulsbreitenmessung

Das Signal, dessen Pulsbreite bestimmt werden soll, wird an den Zähleingang 1 gelegt. Die Referenzfrequenz, die während der Pulsdauer gezählt wird, kann über den Zähleingang 0 (Submode EXTERN) geliefert, oder intern, entsprechend der Einstellung im zugehörigen Counter-Referenz-Register (CRR0, CRR1, CRR2) generiert werden. Folgende interne Frequenzen stehen zur Verfügung: 10 MHz, 5 MHz, 2 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 200 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 200 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 20 Hz, 10 Hz.

Durch das Ende der Messung und bei Zählerüberlauf können Interrupts ausgelöst werden (siehe Kapitel "Interrupt-Controller"). Ist der Zähleingang 1 nicht invertiert (Input-Invert-Register IIR), dann wird die Dauer des 1-Pulses, ansonsten die Dauer des 0-Pulses gemessen.

In diesem Mode werden die Submodes AUTOSTART, CONTINUE, EXTERN, AUTOFREEZE, OVERRIDE, AUTORESET und AUTOLOAD unterstützt. Die Submodes werden im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

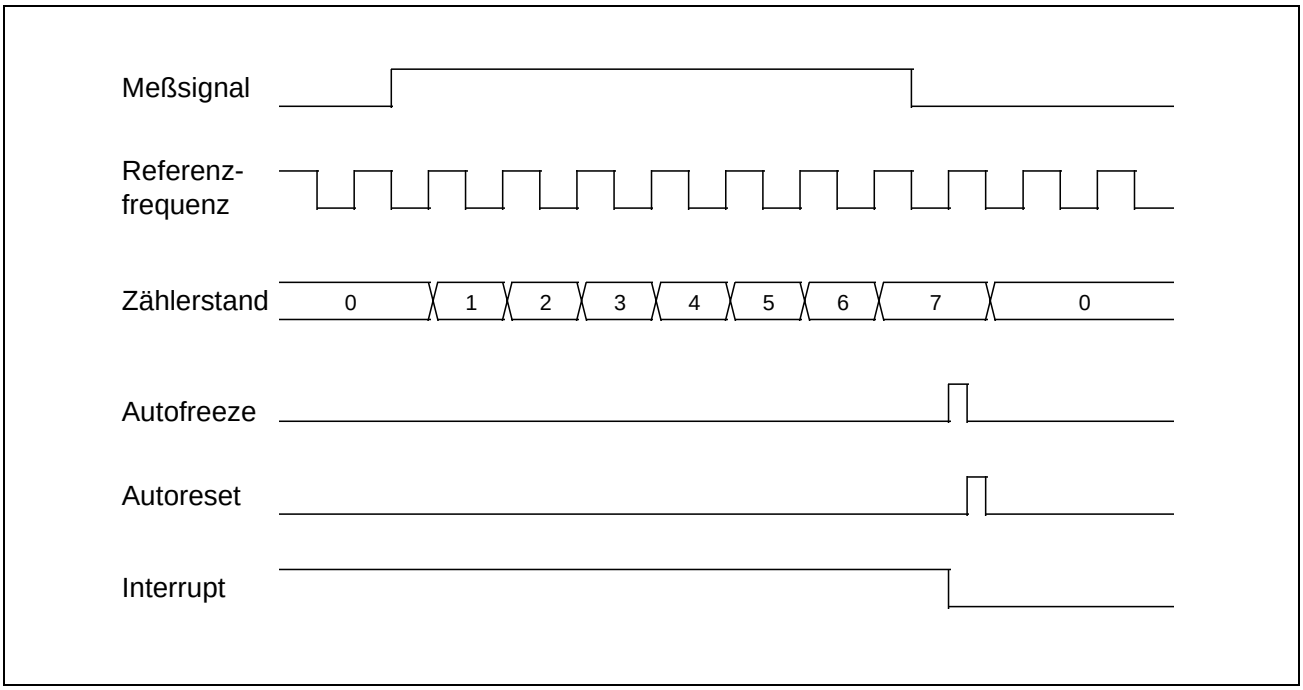


Abb. 15-25: Beispiel: Pulsbreitenmessung mit "Autofreeze" und "Autoreset"

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung der Eingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) ausgelöst werden können.

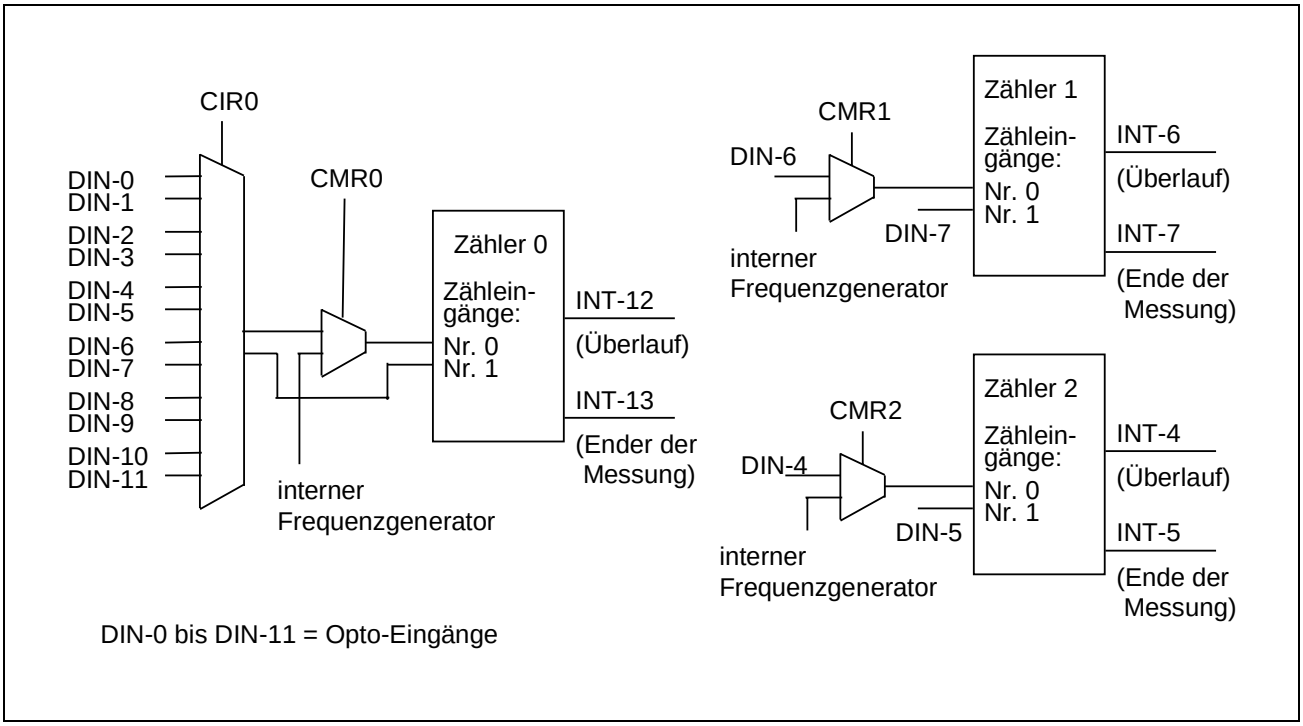


Abb. 15-26: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Zähler im Mode "Pulsbreitenmessung"

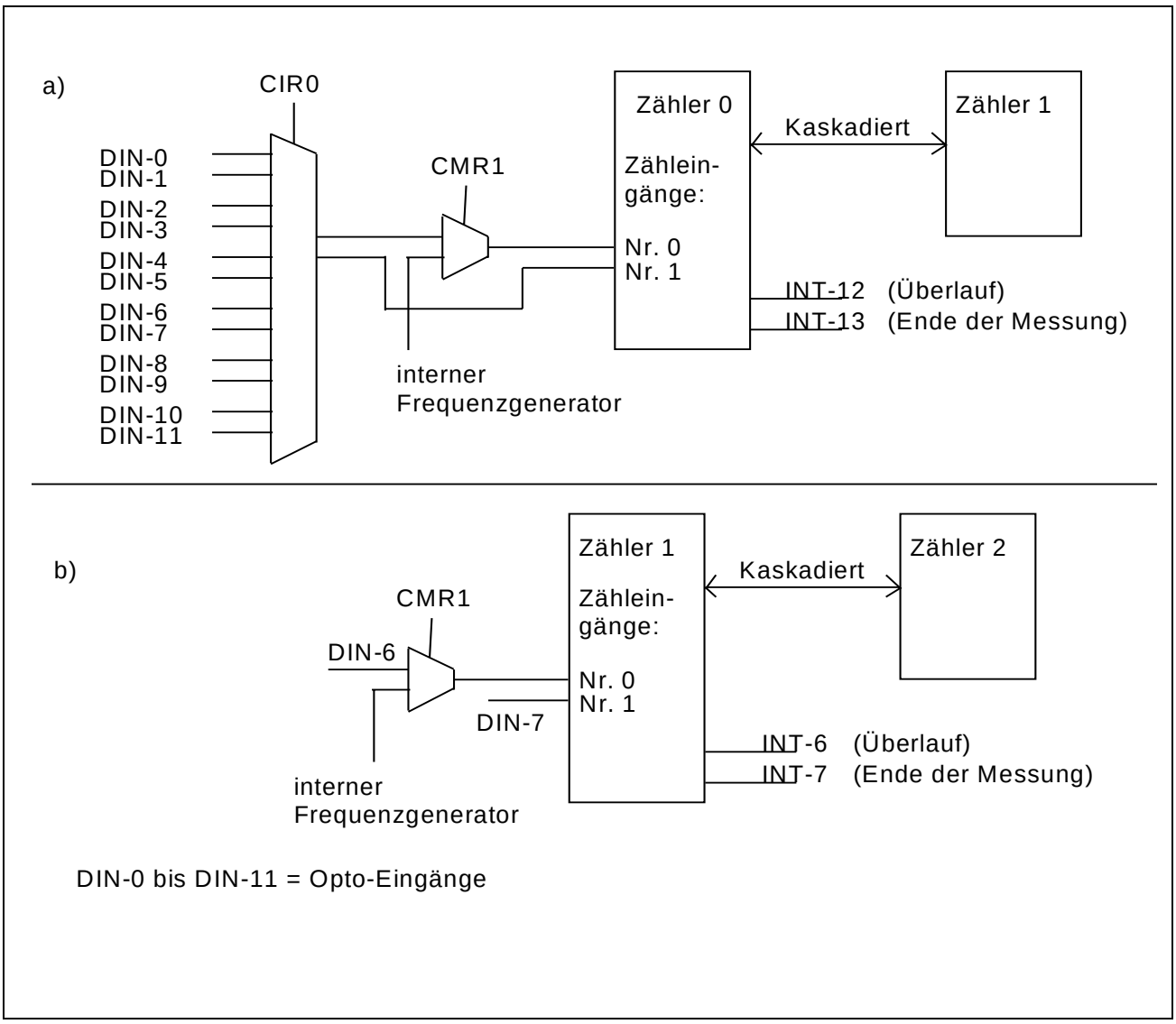


Abb. 15-27: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Zähler, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Zähler im Mode "Pulsbreitenmessung"

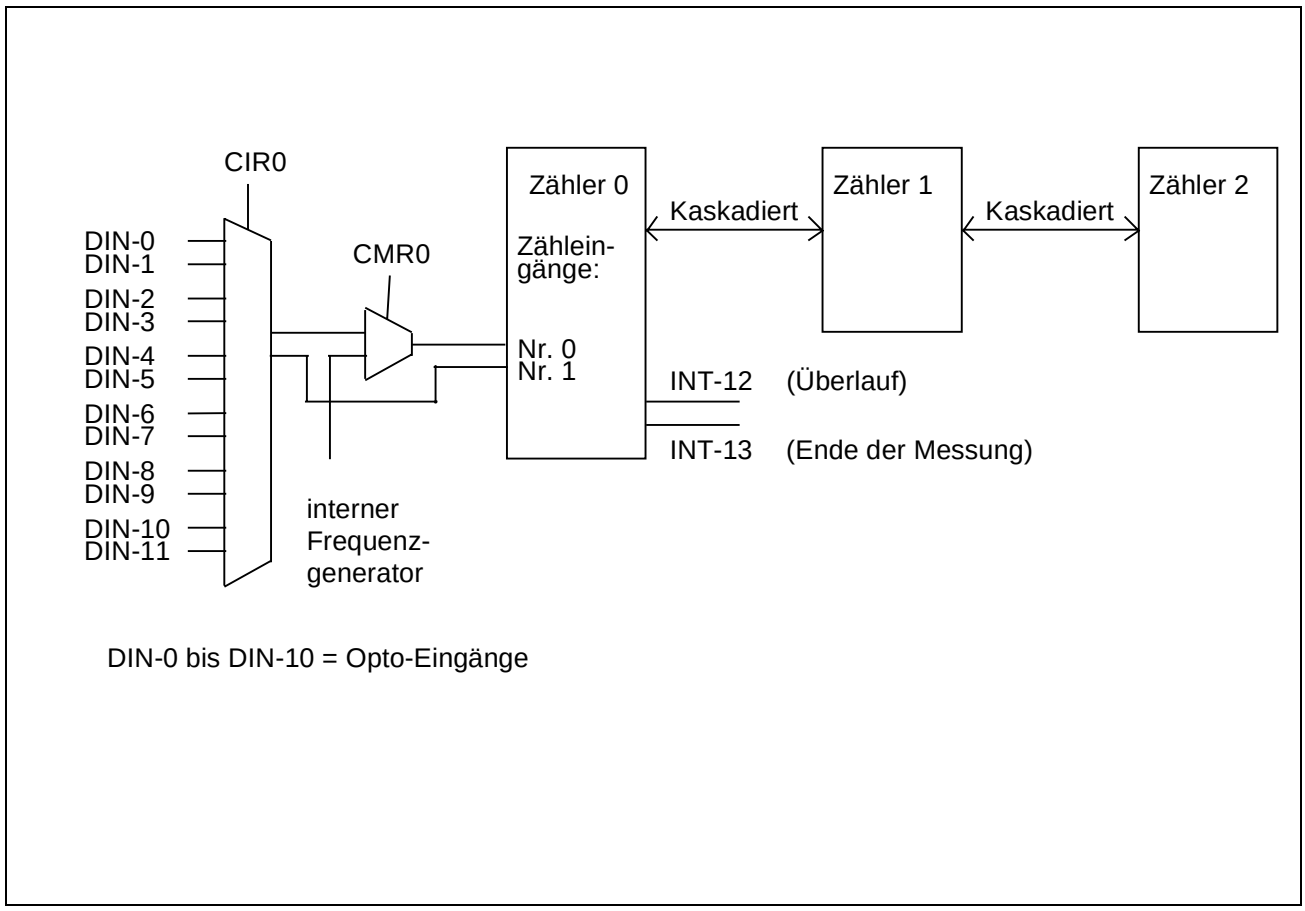


Abb. 15-28: c) Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Zähler im Mode "Pulsbreitenmessung"

Mode 11: Periodendauermessung

Das Signal, dessen Periodendauer bestimmt werden soll, wird an den Zähleingang 1 gelegt. Die Referenzfrequenz, die während der Periodendauer gezählt wird, kann über den Zähleingang 0 geliefert oder intern, entsprechend der Einstellung im zugehörigen Counter-Referenz-Register (CRR0, CRR1, CRR2) generiert werden. Folgende interne Frequenzen stehen zur Verfügung: 10 MHz, 5 MHz, 2 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 200 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 200 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 20 Hz, 10 Hz

Durch das Ende der Messung und bei Zählerüberlauf können Interrupts ausgelöst werden (siehe Kapitel "Interrupt-Controller").

In diesem Mode werden die Submodes AUTOSTART, CONTINUE, EXTERN, AUTOFREEZE, OVERRIDE, AUTORESET und AUTOLOAD unterstützt. Die Submodes werden im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

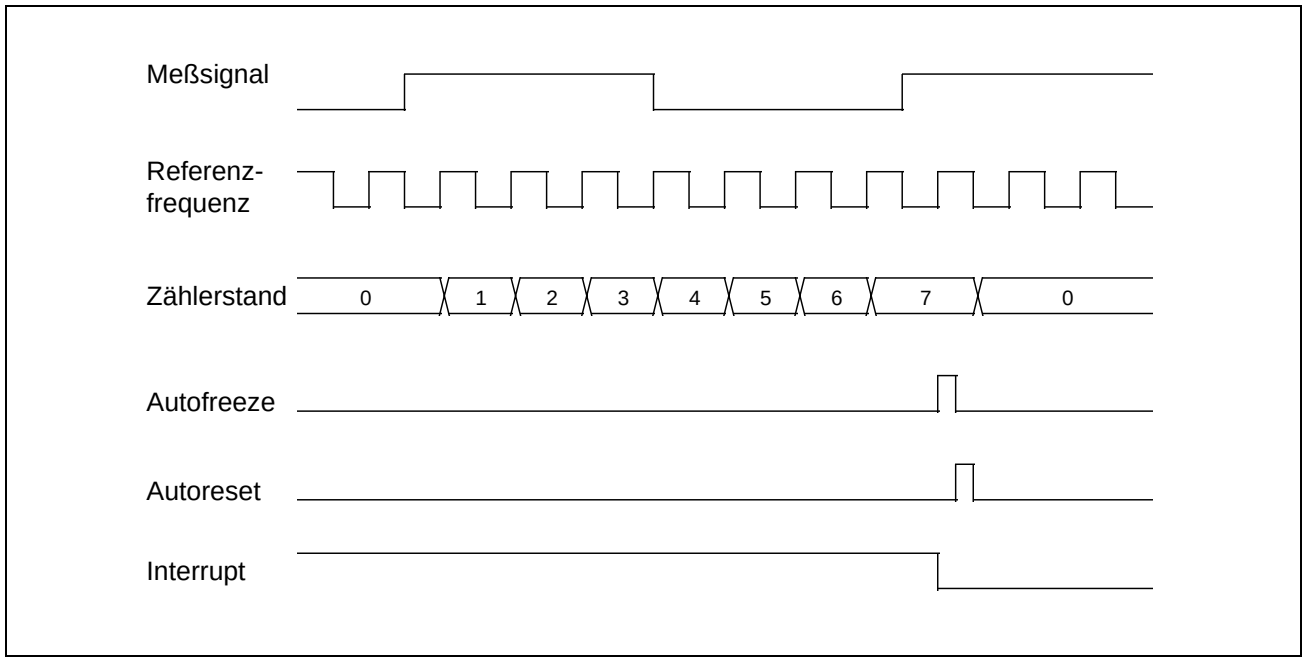


Abb. 15-29: Beispiel: Periodendauermessung mit "Autofreeze" und "Autoreset"

Die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 können kaskadiert werden. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung der Eingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) ausgelöst werden können.

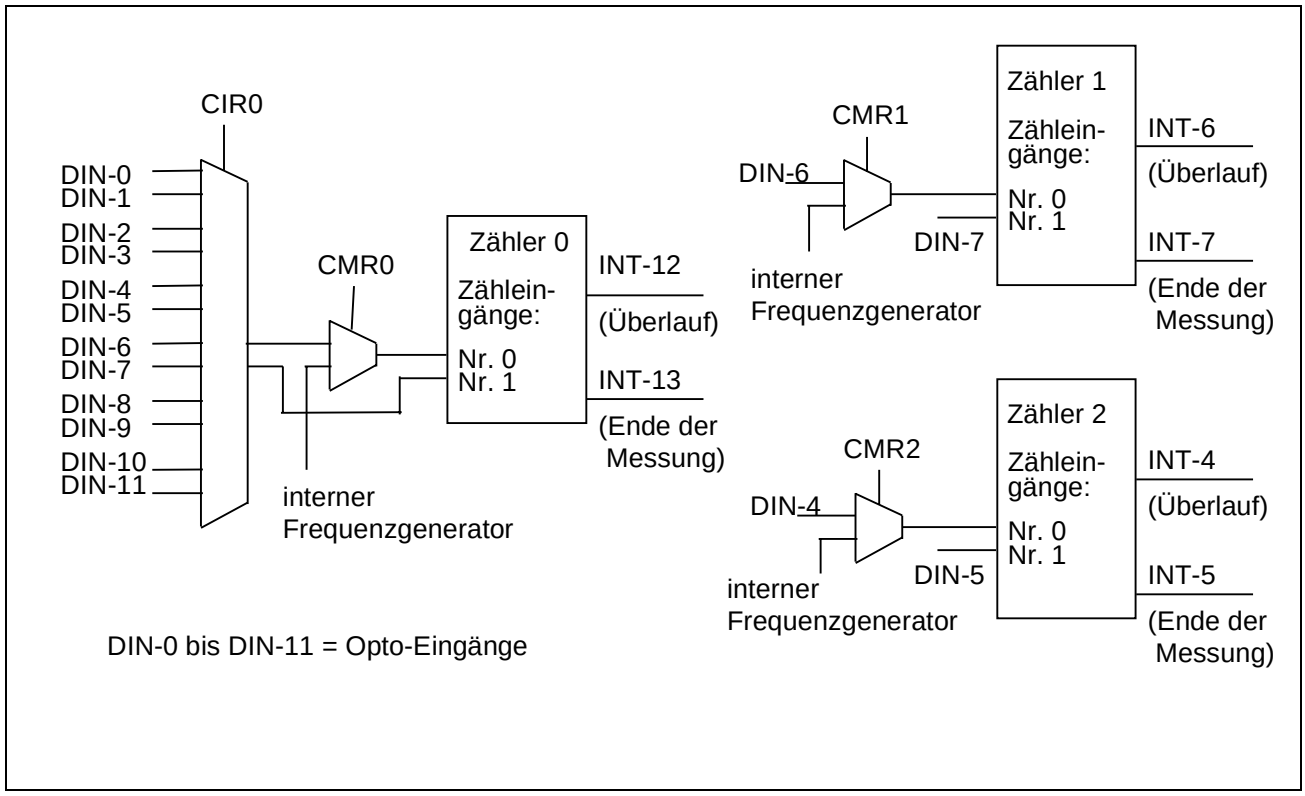


Abb. 15-30: Zähler 0, 1 und 2 jeweils als unabhängige 16-Bit-Zähler im Mode "Periodendauermessung"

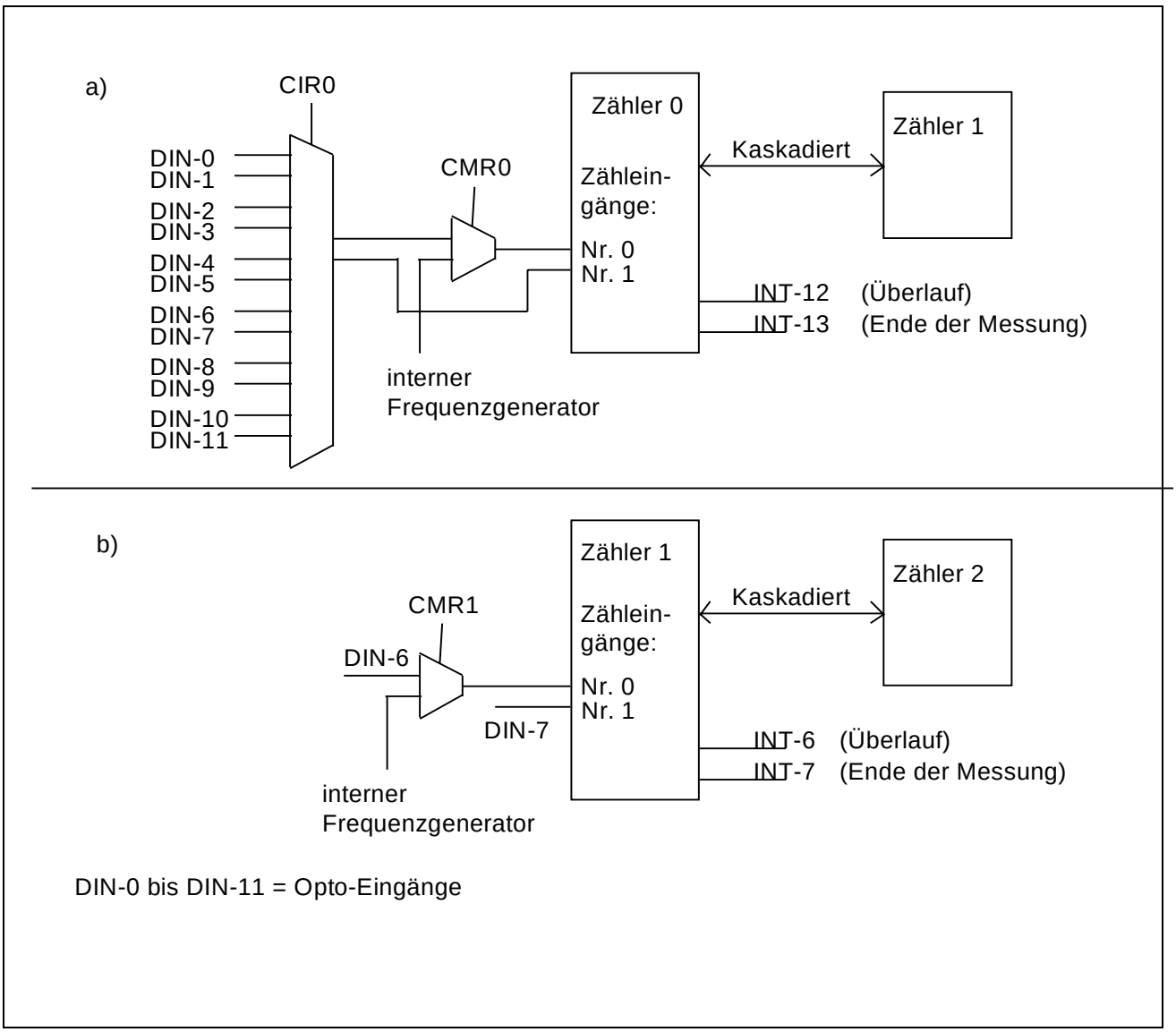


Abb. 15-31: a) Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Zähler, b) Zähler 1 und 2 als 32-Bit-Zähler im Mode "Periodendauermessung"

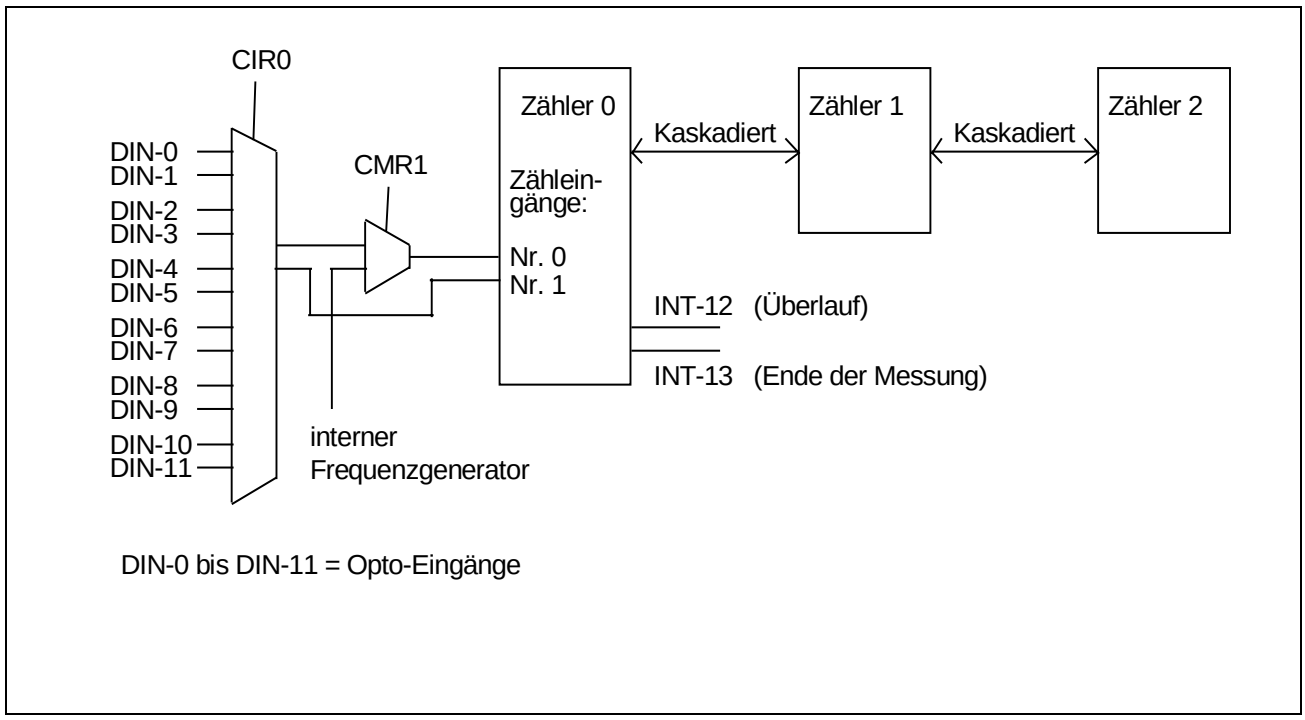


Abb. 15-32 Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Zähler im Mode "Periodendauermessung"

Periodendauermessungen über mehrere Perioden

Es besteht die Möglichkeit eine Messung über mehrere Perioden durchzuführen. Je mehr Perioden gemessen werden, desto höher ist die Meßgenauigkeit. Die absolute Meßungenauigkeit entspricht der Periodendauer der Referenzfrequenz. Sie entsteht dadurch, daß das zu messende Signal mit dem Referenzsignal synchronisiert werden muß. Je kleiner die Periodendauer der Referenzfrequenz im Vergleich zur Gesamtmeßzeit ist, desto kleiner ist der relative Fehler.

Beispiel:

Die zu messende Periodendauer Tm betrage 10 µs, die Periodendauer des Referenzsignals sei 0,1 µs. Daraus ergibt sich ein relativer Fehler von 1%. Wenn sich die Messung dagegen über 100 Perioden (1 ms) erstreckt, beträgt die Meßungenauigkeit nur noch 0,01%.

Bei der Periodendauermessung über mehrere Perioden geht man so vor, daß man einen Zähler, bzw. Zählerkaskade (beispielsweise seien Zähler 0 und Zähler 1 kaskadiert) für die eigentliche Periodendauermessung konfiguriert (Mode 11) und einen Zähler (beispielsweise Zähler 2) als Abwärtszähler (Mode 2), der sich zusätzlich im Submode "Hilfszähler" befinden muß. Der Abwärtszähler wird mit der Periodenanzahl vorbesetzt, über die sich die Messung erstrecken soll. Ist der Inhalt des Hilfszählers n, dann werden (n+1) Perioden gemessen. Das Meßsignal wird an den Zähler

gelegt, der sich im Mode "Periodendauermessung" befindet. Durch einen entsprechenden Eintrag im Counter-Input-Register (Bit-21 bis Bit-19) des Abwärtszählers, wird das Meßsignal intern an den Abwärtszählers weitergeschaltet. Das zu messende Signal liegt dann an beiden Zählern an. Die Messung beginnt, sobald ein Startbefehl an den Zähler, der sich im Mode "Periodendauermessung" befindet, gesendet worden ist, bei der Startflanke des Meßsignals. Beendet wird die Messung durch den Unterlauf von Zähler 2, d.h. nach der vorgegebenen Anzahl der Perioden. Hierzu muß im Counter-Input-Register (CIR0, CIR1, CIR2) des Zählers, der die Periodendauermessung steuert (bei einer Zählerkaskade ist dies der Zähler mit der kleinsten Nummer, siehe Kapitel "Kaskadierung der Zähler"), die Option "Stop bei Unterlauf eines Zählers" angewählt sein.

Der Abwärtszähler erhält seine Befehle vom steuernden Zähler der Periodendauermessung. Dieser Zähler ist auch für die Einstellung der Submodes verantwortlich. Der Submode CONTINUE muß zusammen mit dem Submode AUTOLOAD verwendet werden. Durch den AUTOLOAD-Befehl wird der Hilfszähler am Ende einer N-fach-Messung erneut mit der Periodenzahl vorbesetzt. Die Zähler für die Periodendauermessung können auf 0 gesetzt werden. Durch die nächste Startflanke des Meßsignals wird dann automatisch eine weitere N-fach-Messung gestartet. Am Ende jeder N-fach-Messung kann der Interrupt "Messung zu Ende" ausgelöst werden. Dieser Interrupt wird durch den steuernden Zähler der Periodendauermessung erzeugt.

Folgende Konfigurationen sind erlaubt:

	Mode 11 "Periodendauermessung"	**Mode 2 "Abwärtszähler" mit Submode "Hilfszähler"**
1.	Zähler 0	Zähler 1
2.	Zähler 0 und Zähler 1 kaskadiert	Zähler 2
3.	Zähler 0	Zähler 1 und Zähler 2 kaskadiert

Fall 1) Zähler 0 im Mode "Periodendauermessung",
Zähler 1 im Mode "Abwärtszähler"

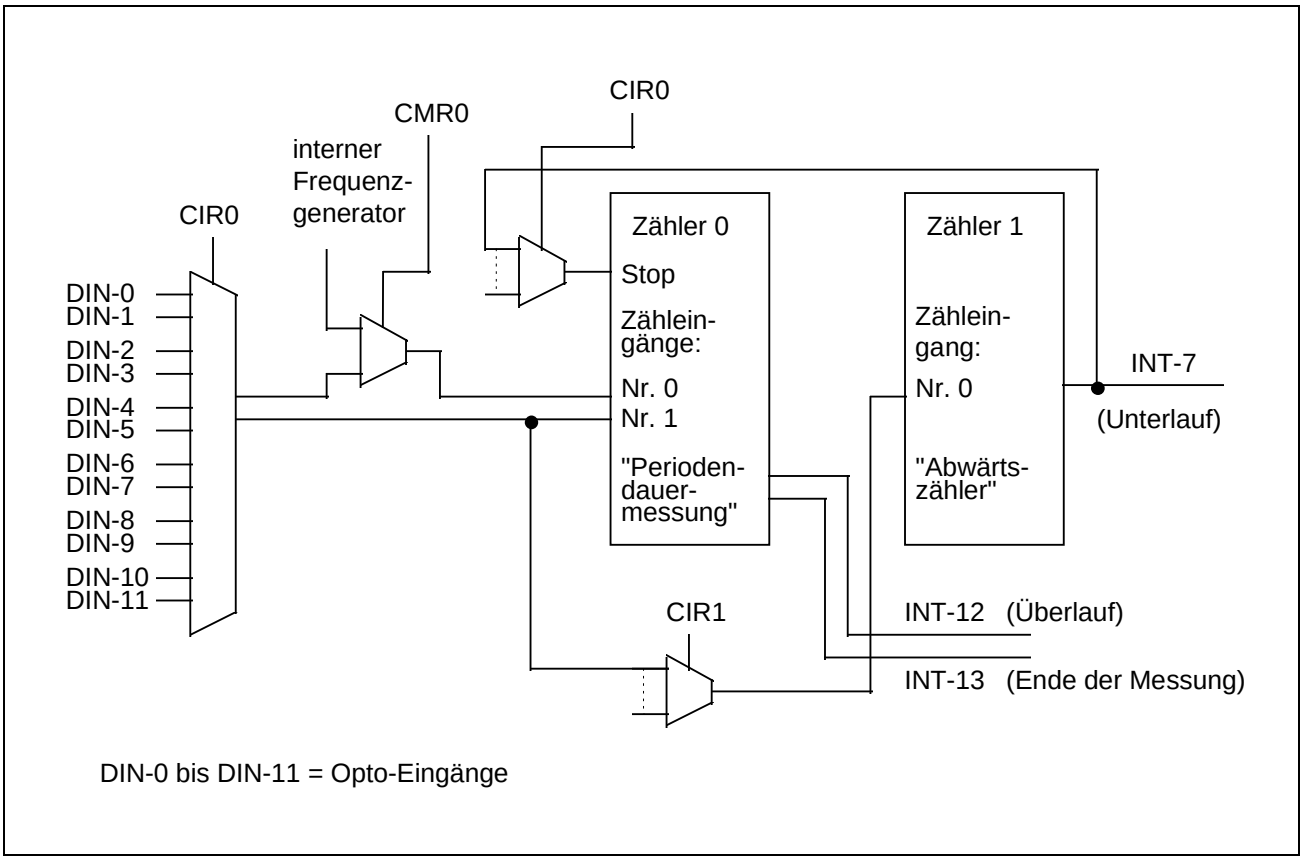


Abb. 15-33: Periodendauermessung über mehrere Perioden

Folgende Registereinstellungen sind erforderlich:
(Bitbelegung siehe Kapitel "Registerstruktur der Zähler")

CMR0: - Mode 11 (Periodendauermessung)
CIR0: - Stop bei Unterlauf des Zählers 1
CMR1: - Mode 2 (Abwärtszähler)
- Submode: HILFSZÄHLER-Bit gesetzt
CIR1: - Zähleingang 0 des Zählers 1 mit Zähleingang 1 des Zählers 0 verbinden

Weitere Einstellungen, wie Submode und Referenzfrequenz, werden mit dem Registersatz des Zählers 0 vorgenommen. Befehle (Start, Stop, Load, Freeze, Reset) müssen an den Zähler 0 geschickt werden.

Fall 2) Zähler 0 und Zähler 1 kaskadiert im Mode "Periodendauermessung", Zähler 2 im Mode "Abwärtszähler"

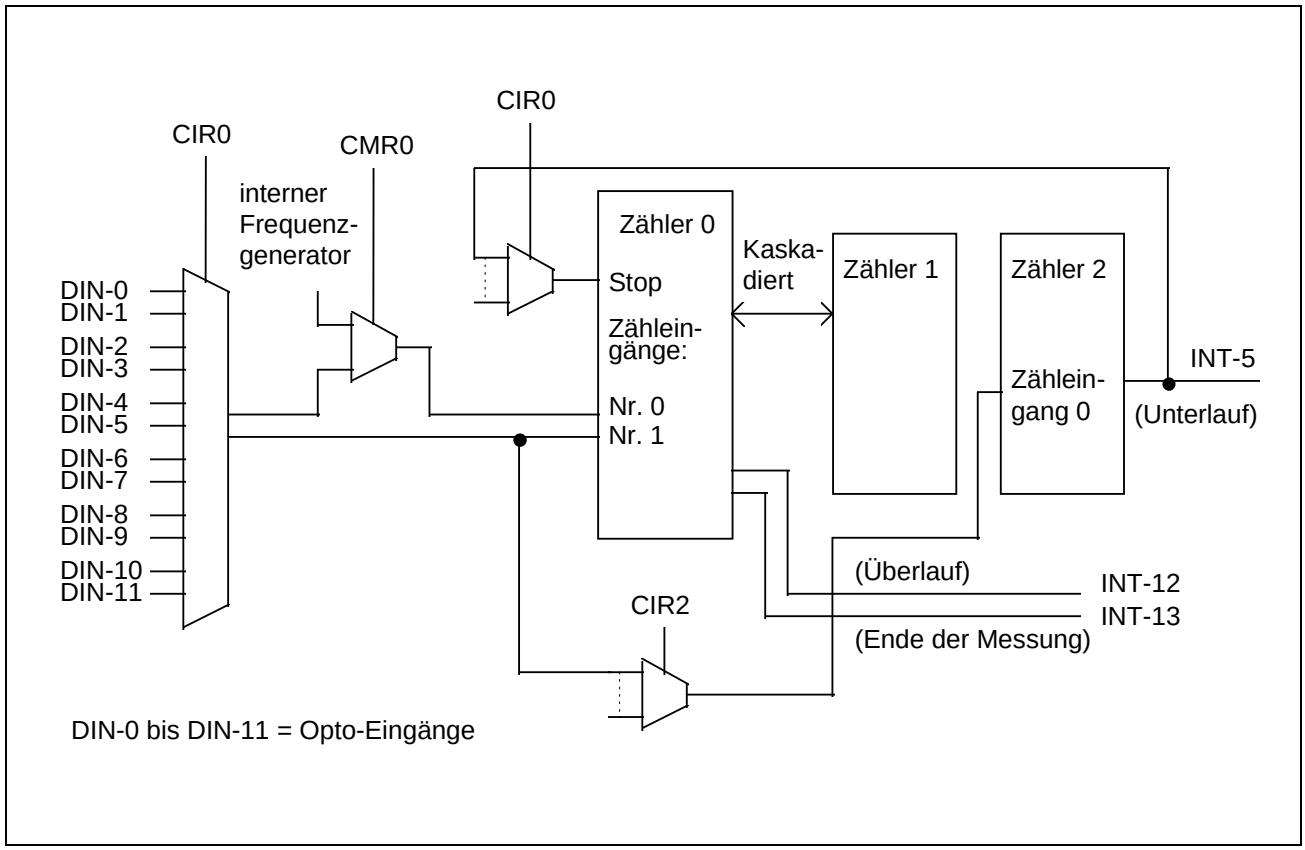


Abb. 15-34: Periodendauermessung über mehrere Perioden

Folgende Registereinstellungen sind erforderlich:
(Bitbelegung siehe Kapitel "Registerstruktur der Zähler")

CMR0: - Mode 11 (Periodendauermessung)
CIR0: - Stop bei Unterlauf des Zählers 2
CMR1: - Mode 0
- CASCADE-Bit gesetzt

CMR2: - Mode 2 (Abwärtszähler)
- Submode: HILFSZÄHLER-Bit gesetzt
CIR2: - Zähleingang 0 des Zählers 2 mit Zähleingang 1 des Zählers 0 verbinden

Weitere Einstellungen, wie Submode und Referenzfrequenz, werden mit dem Registersatz des Zählers 0 vorgenommen. Befehle (Start, Stop, Load, Freeze, Reset) müssen an den Zähler 0 geschickt werden.

Fall 3) Zähler 0 im Mode "Periodendauermessung",
Zähler 1 und Zähler 2 kaskadiert im Mode "Abwärtszähler"

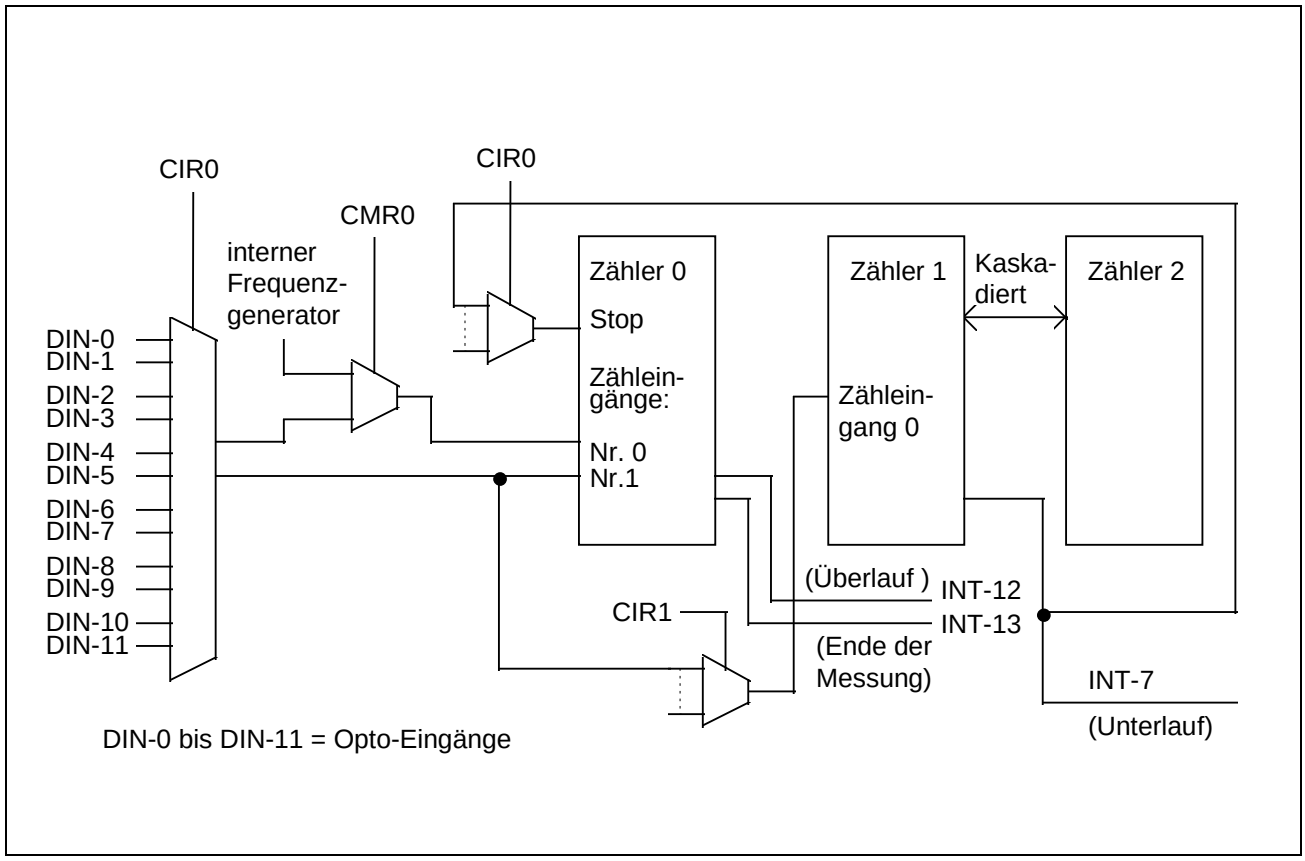


Abb. 15-35: Periodendauermessung über mehrere Perioden

Folgende Registereinstellungen sind erforderlich:
(Bitbelegung siehe Kapitel "Registerstruktur der Zähler")

CMR0: - Mode 11 (Periodendauermessung)
CIR0: - Stop bei Unterlauf des Zählers 1

CMR1: - Mode 2 (Abwärtszähler)
- Submode: HILFSZÄHLER-Bit gesetzt
CIR1: - Zähleingang 0 des Zählers 1 mit Zähleingang 1 des Zählers 0 verbinden

CMR2: - Mode 0
- CASCADE-Bit gesetzt

Weitere Einstellungen, wie Submode und Referenzfrequenz, werden mit dem Registersatz des Zählers 0 vorgenommen. Befehle (Start, Stop, Load, Freeze, Reset) müssen an den Zähler 0 geschickt werden.

Mode 12: Geschwindigkeitsmessung

Dieser Mode ist nur für den Zähler 0 verfügbar. Zähler 1 und Zähler 2 können jedoch an den Zähler 0 angehängt (kaskadiert) werden. Genauere Informationen über die Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Am Zähleingang 1 liegt das Signal Phase A an, dessen Periodendauer bestimmt werden soll. Phase B wird an den Zähleingang 0 gelegt und besitzt die gleiche Periodendauer wie Phase A, ist jedoch um 90° phasenverschoben. Durch die Phasenverschiebung beider Signale ergibt sich die Zählrichtung. Eilt Phase A um 90° voraus, wird in Aufwärtsrichtung gezählt, ansonsten in Abwärtsrichtung. Durch das Ende der Messung, bei Zählerüberlauf und Zählerunterlauf können Interrupts ausgelöst werden (siehe Kapitel "Interrupt-Controller"). Weiterhin kann der Interrupt "Meßwert ungültig" ausgelöst werden, wenn sich während der Messung die Bewegungsrichtung ändert.

Die Referenzfrequenz wird von dem internen Frequenzteiler zur Verfügung gestellt. Sie entspricht dem Eintrag im jeweiligen Counter-Referenz-Register (CRR0, CRR1, CRR2) und kann folgende Werte annehmen: 10 MHz, 5 MHz, 2 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 200 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 200 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 20 Hz, 10 Hz.

In diesem Mode werden die Submodes AUTOSTART, CONTINUE, AUTOFREEZE, OVERRIDE, AUTORESET und AUTOLOAD unterstützt. Die Submodes werden im Abschnitt "Unterbetriebsarten", S. 15-60 erläutert. Die Befehle Start, Stop, Load, Freeze und Reset können per Software mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR, oder hardwaremäßig durch eine Flanke an einem externen Eingang ausgelöst werden. Bedeutung und Anwendung der Befehle ist dem Kapitel "Grundlagen zur Anwendung und Funktionsweise der Zähler" zu entnehmen.

Beispiel: Geschwindigkeitsmessung

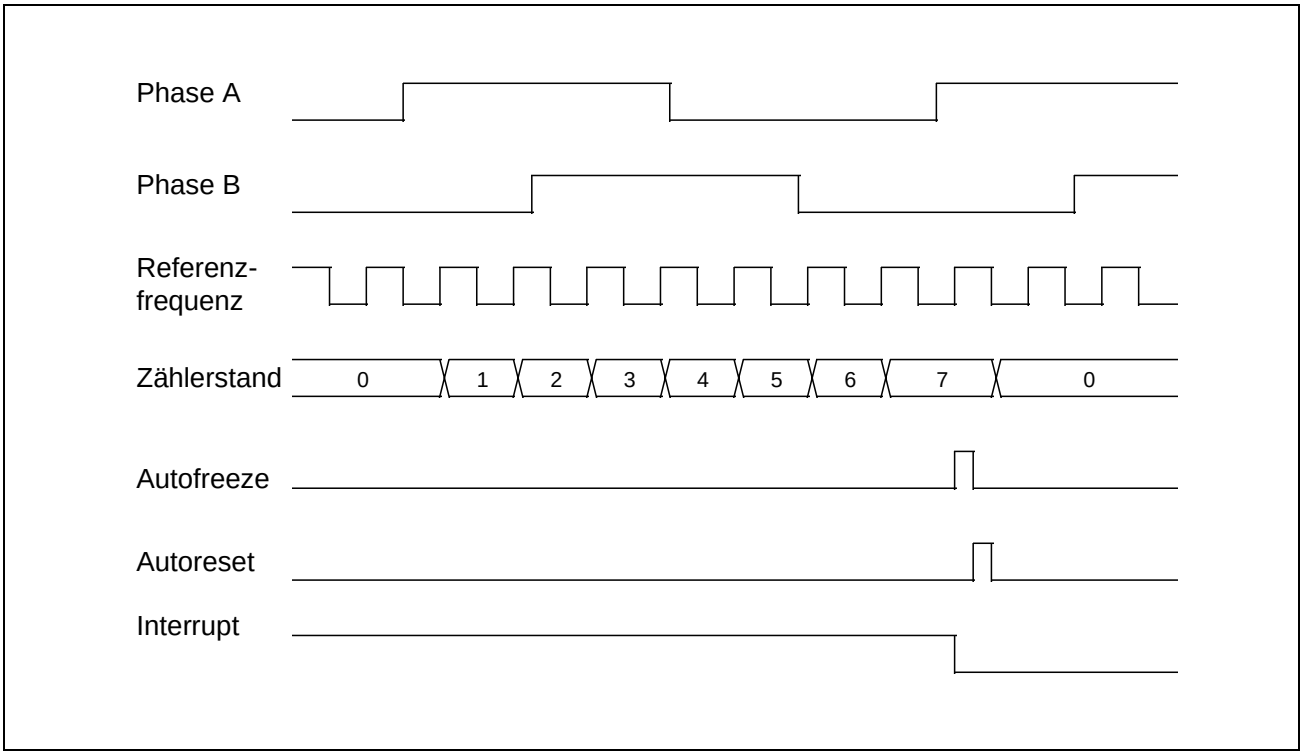


Abb. 15-36: Bewegungsrichtung vorwärts, Zählrichtung aufwärts

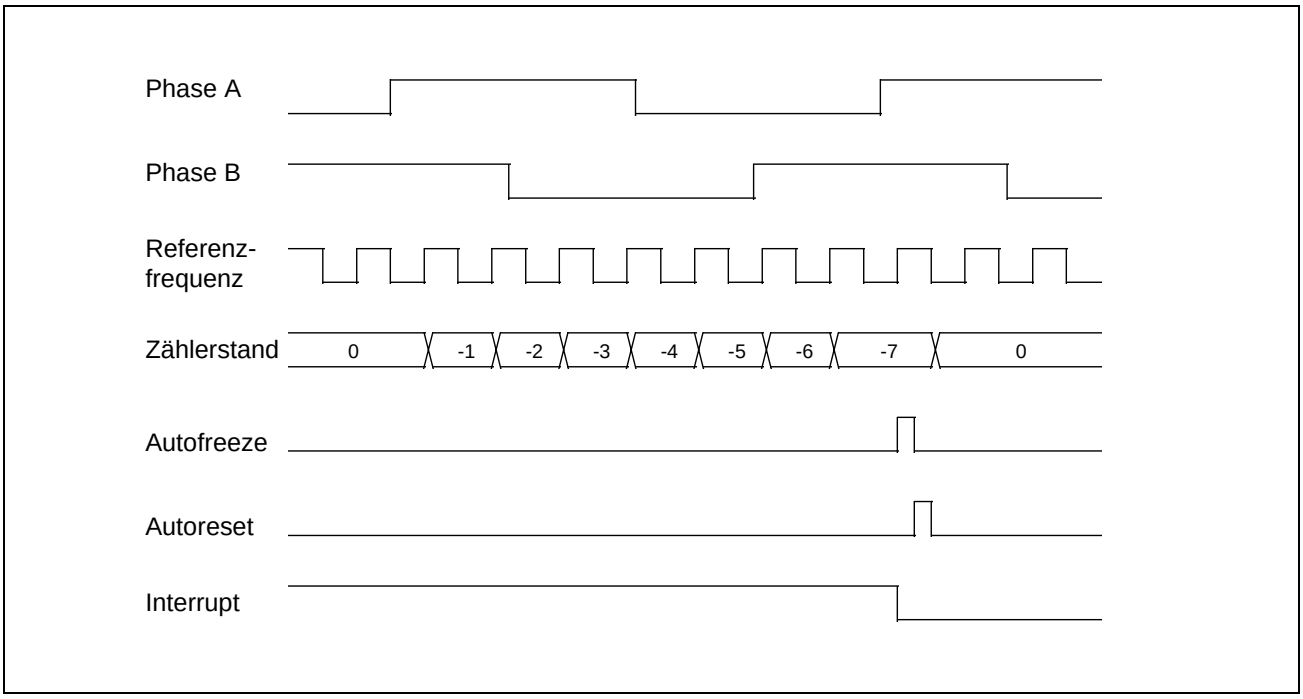


Abb. 15-37: Bewegungsrichtung rückwärts, Zählrichtung abwärts

Dieser Mode ist nur für den Zähler 0 verfügbar. Eine Kaskadierung mit den Zählern 1 und 2 (M-C16-3) ist jedoch möglich, so daß die Geschwindigkeitsmessung wahlweise mit einer Auflösung von 16, 32 oder 48 Bit durchgeführt werden kann. Die Vorgehensweise bei der Kaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Die folgenden Abbildungen sollen aufzeigen, welche Möglichkeiten es in bezug auf die Beschaltung der Eingänge "Zähleingang 0" und "Zähleingang 1" gibt. Weiterhin ist dargestellt, welche Interrupts (falls freigegeben) ausgelöst werden können.

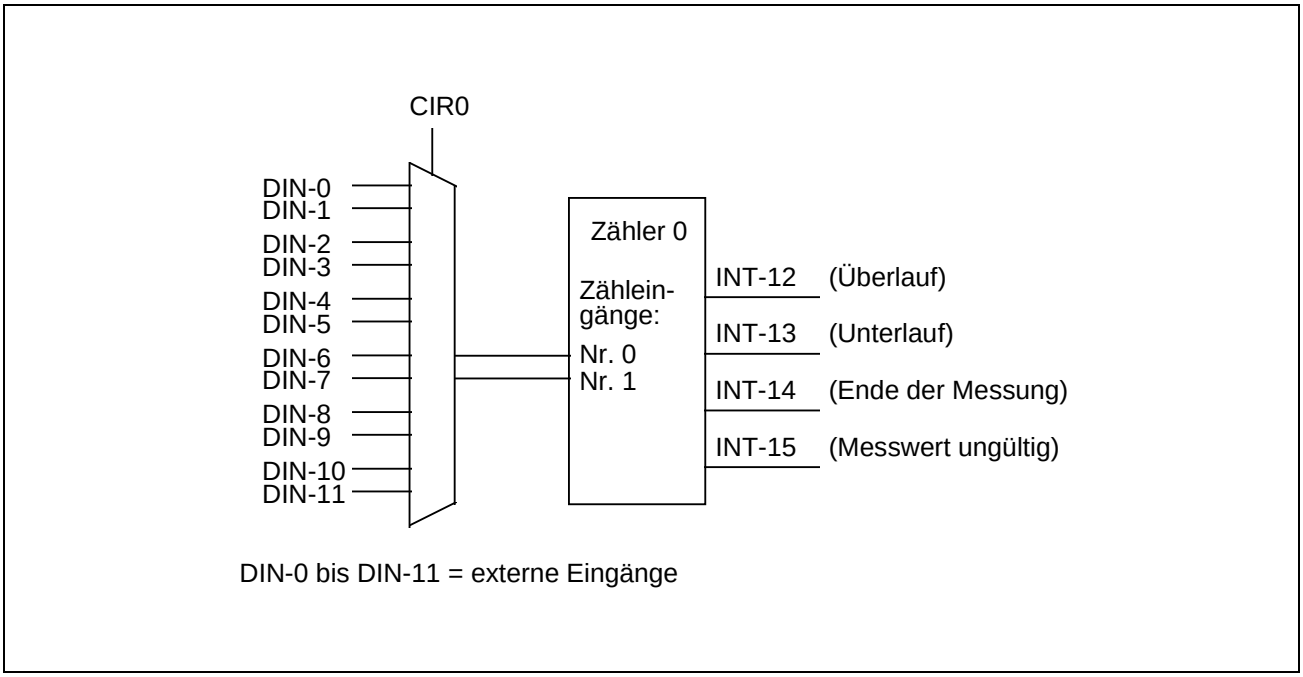


Abb. 15-38: 16-Bit-Zähler 0 im Mode "Geschwindigkeitsmessung"

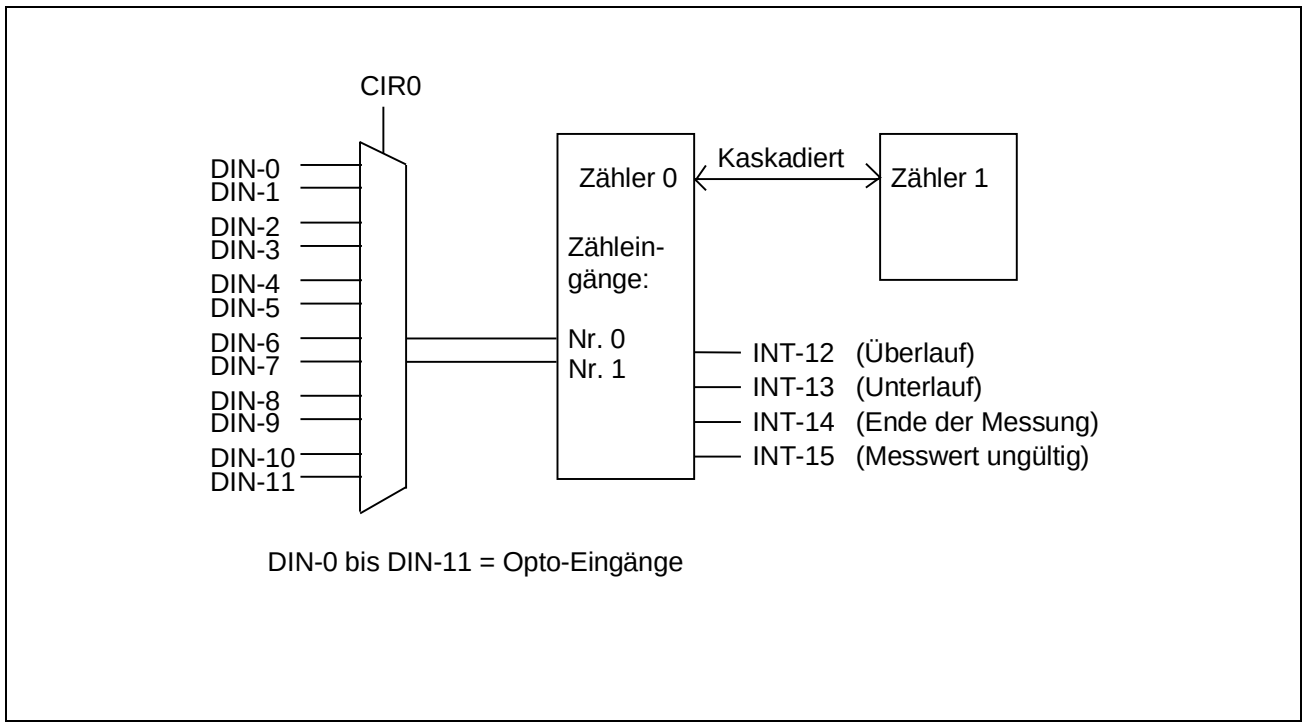


Abb. 15-39 Zähler 0 und 1 als 32-Bit-Zähler im Mode "Geschwindigkeitsmessung"

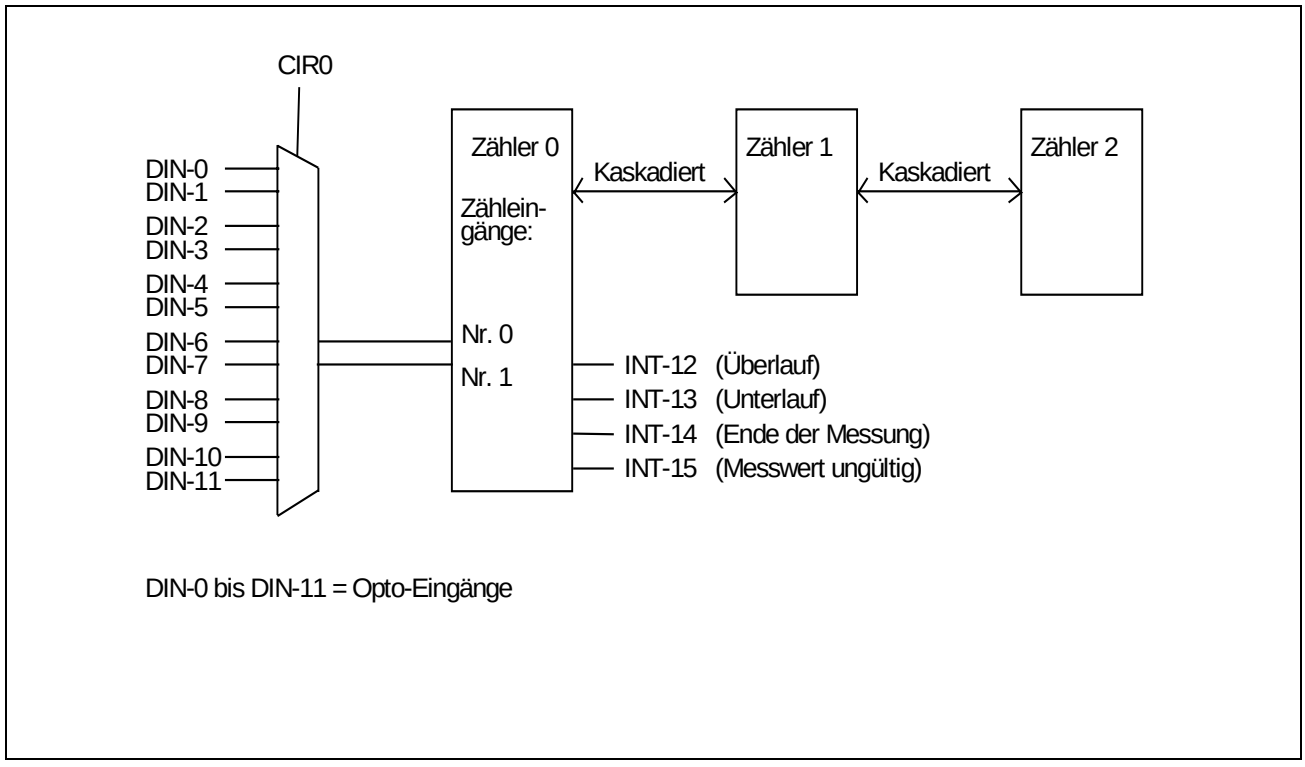


Abb. 15-40: Zähler 0, 1 und 2 als 48-Bit-Zähler im Mode Geschwindigkeitsmessung"

Unterbetriebsarten

Je nach Betriebsart des Zählers, können verschiedene Unterbetriebsarten (Submodes) angewählt werden, die im folgenden erläutert werden sollen.

Die Submodes "Autoload" und "Autoreset" dürfen nicht gleichzeitig aktiv sein. Alle anderen Submodes sind voneinander unabhängig.

Submode "Autostart" (Modes 1 bis 6, 9 bis 12)

Wurde der Submode "Autostart" gewählt, wird nach dem Beschreiben des entsprechenden Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2) automatisch der Lade- und Startvorgang ausgeführt. Bei kaskadierten Zählern (M-C16-3) ist dafür das Counter-Preset-Register (CPR0, CPR1, CPR2) des Zählers, der die niedrigstwertigen Bits zählt, ausschlaggebend.

Submode "Continue" (Mode 5, Modes 9 bis 12)

Befindet sich der Zähler im Timer-Mode (Mode 5) und im Submode "Continue", dann läuft der Zähler auf Null, führt einen Ladevorgang aus und startet dann sofort den nächsten Zählvorgang. Wenn dem Zählerausgang ein externer Ausgang zugeordnet ist (entsprechend der Einstellung im Output-Mode-Register OMR), dann wechselt dieser bei jedem Zählernulldurchgang seinen Zustand. Auf diese Weise kann ein Rechteckgenerator mit einstellbarer Frequenz und dem Puls-/Pausenverhältnis 1:1 realisiert werden.

In den Modes 9 bis 12 bedeutet der Submode "Continue", daß am Ende einer Messung, nachdem evtl. ein Autofreeze, Autoreset oder Autoload ausgeführt worden ist, bei der nächsten Startflanke des Eingangssignals, bzw. des internen oder externen Torsignals (Frequenzmessung), automatisch eine weitere Messung durchgeführt wird, ohne erneut einen Startbefehl geben zu müssen.

Submode "Extern" (Mode 5, Mode 9 bis 12)

Ist dieser Mode aktiv, dann wird in den Modes "Pulsbreitenmessung", "Periodendauermessung", "Geschwindigkeitsmessung" die Referenzfrequenz, im Mode "Frequenzmessung" die Torzeit und im Mode "Timer" die Zählfrequenz über einen externen Eingang vorgegeben. Ist dieser Eingang nicht invertiert (Input-Invert-Register IIR), dann wird bei der Frequenzmessung gezählt, solange das Torsignal auf 1 liegt. Die aktive Flanke in den anderen Modes ist in diesem Fall positiv. Durch Invertierung läßt sich das Verhalten umkehren.

Submode "Autofreeze" (Mode 9 bis 12)

Wurden die Submodes "Autofreeze" und "Override" angewählt, dann wird am Ende der Messung automatisch der aktuelle Zählerstand in die entsprechenden Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) übertragen. Zudem wird das Bit "FREEZE" im zugehörigen Counter-Status-Register (CSR0, CSR1, CSR2) gesetzt. Sind die Submodes "Autofreeze" und "Continue" gleichzeitig aktiv und ist der Meßvorgang gestartet, dann muß beim Lesen des Zählerstandes von kaskadierten Zählern folgendermaßen vorgegangen werden:
Es muß zuerst das Counter-Data-Register des Zählers ausgelesen werden, der die niedrigstwertigen Bits zählt. Die "Autofreeze"-Funktion ist dann vorübergehend deaktiviert. Während die Counter-Data-Register der anderen, zur Kaskade gehörenden Zähler ausgelesen werden, kann dann kein neuer Autofreeze-Impuls auftreten und das Ergebnis verfälschen. Nach dem Lesen aller zur Kaskade gehörenden Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) wird die Funktion "Autofreeze" automatisch wieder aktiviert.

Submode "Override" (Modes 9 bis 12)

Wird in den Modes 9 bis 12 ein Freeze-Befehl gegeben, ohne das Ergebnis (CDR0, CDR1, CDR2) des vorherigen Freeze-Befehls gelesen zu haben, kann das alte Ergebnis überschrieben ("Override" = 1) oder das neue Ergebnis ("Override" = 0) verworfen werden. In beiden Fällen wird das Bit "Overrun" im zugehörigen Counter-Status-Register (CSR0, CSR1, CSR2) gesetzt. Das Bit wird durch Lesen des Counter-Status-Registers (CSR0, CSR1, CSR2) automatisch wieder gelöscht.

Submode "Autoreset" (Modes 9 bis 12)

Nachdem die Messung zu Ende ist und eventuell ein "Autofreeze" durchgeführt worden ist, wird der Zähler auf Null zurückgesetzt.

Submode "Autoload" (Modes 9 bis 12)

Nachdem die Messung zu Ende ist und eventuell ein "Autofreeze" durchgeführt worden ist, wird der Zähler mit dem Wert des zugehörigen Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2) geladen.

Submode "Hilfszähler" (Mode 2)

Mit dem Modul M-C16-3 ist es möglich eine Periodendauermessung über mehrere Perioden hinweg durchzuführen, um so die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Für diese Art der Messung ist es erforderlich, einen Zähler im Mode 11 (Periodendauermessung) und einen zweiten Zähler als Abwärtszähler zu betreiben. Der zweite Zähler muß sich dabei im Submode "Hilfszähler" befinden. Die Vorgehensweise bei der Durchführung einer solchen N-fach-Messung können Sie der Beschreibung des Modes 11 (Periodendauermessung) entnehmen.

Submodes "Flankenauswertung" (Modes 6 bis 8)

In bezug auf die Flankenauswertung ergeben sich 5 Möglichkeiten:

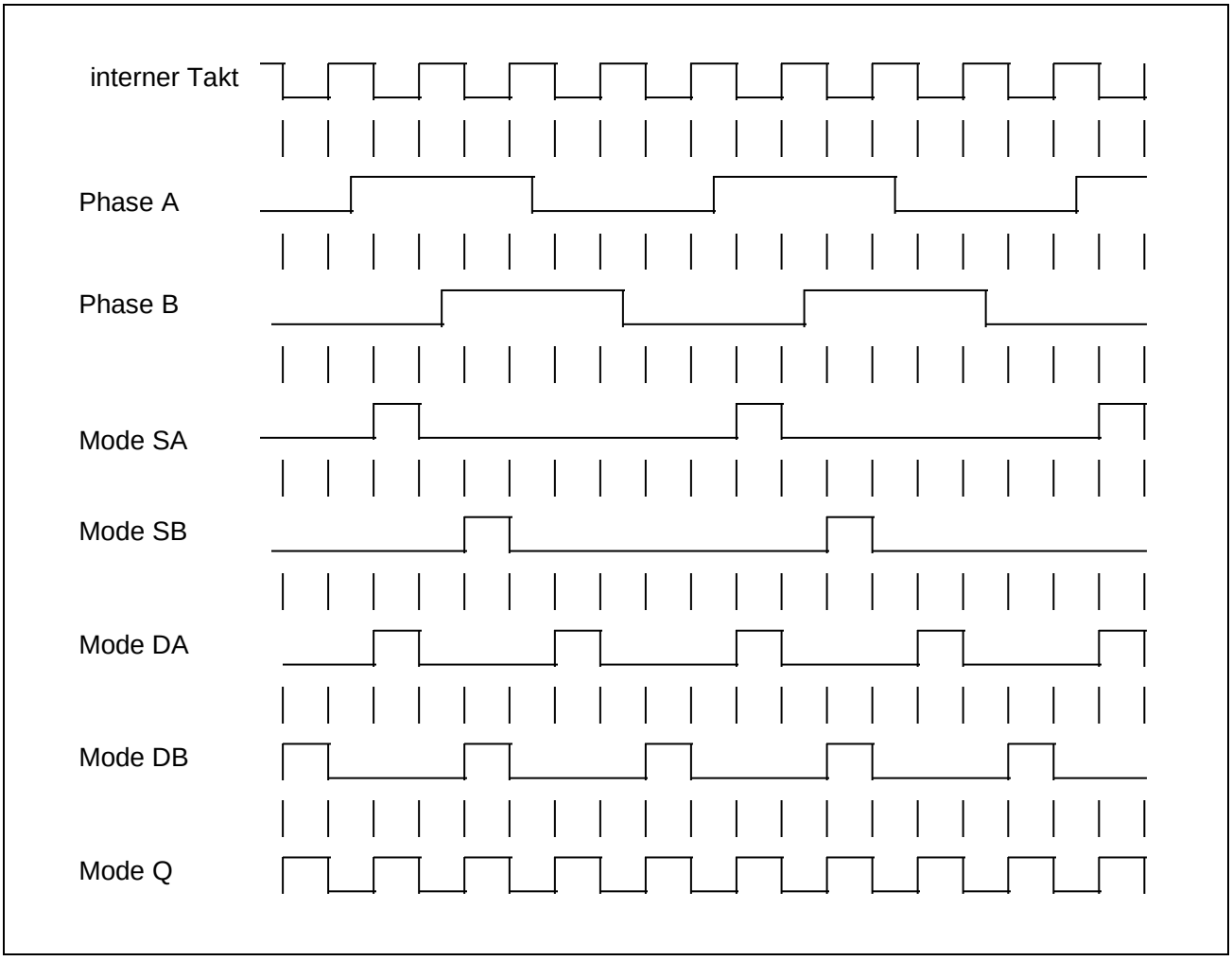


Abb. 15-41 Richtungsdiskriminator bei Bewegung "vorwärts" mit Auswertung der Flanken in den 5 Submodes:

SA = Single Phase A: pos. Flanke an A
SB = Single Phase B: pos. Flanke an B
DA = Double Phase A: pos. und neg. Flanke an A
DB = Double Phase B: pos. und neg. Flanke an B
Q = Quadruple: Auswerten aller Flanken an A und B

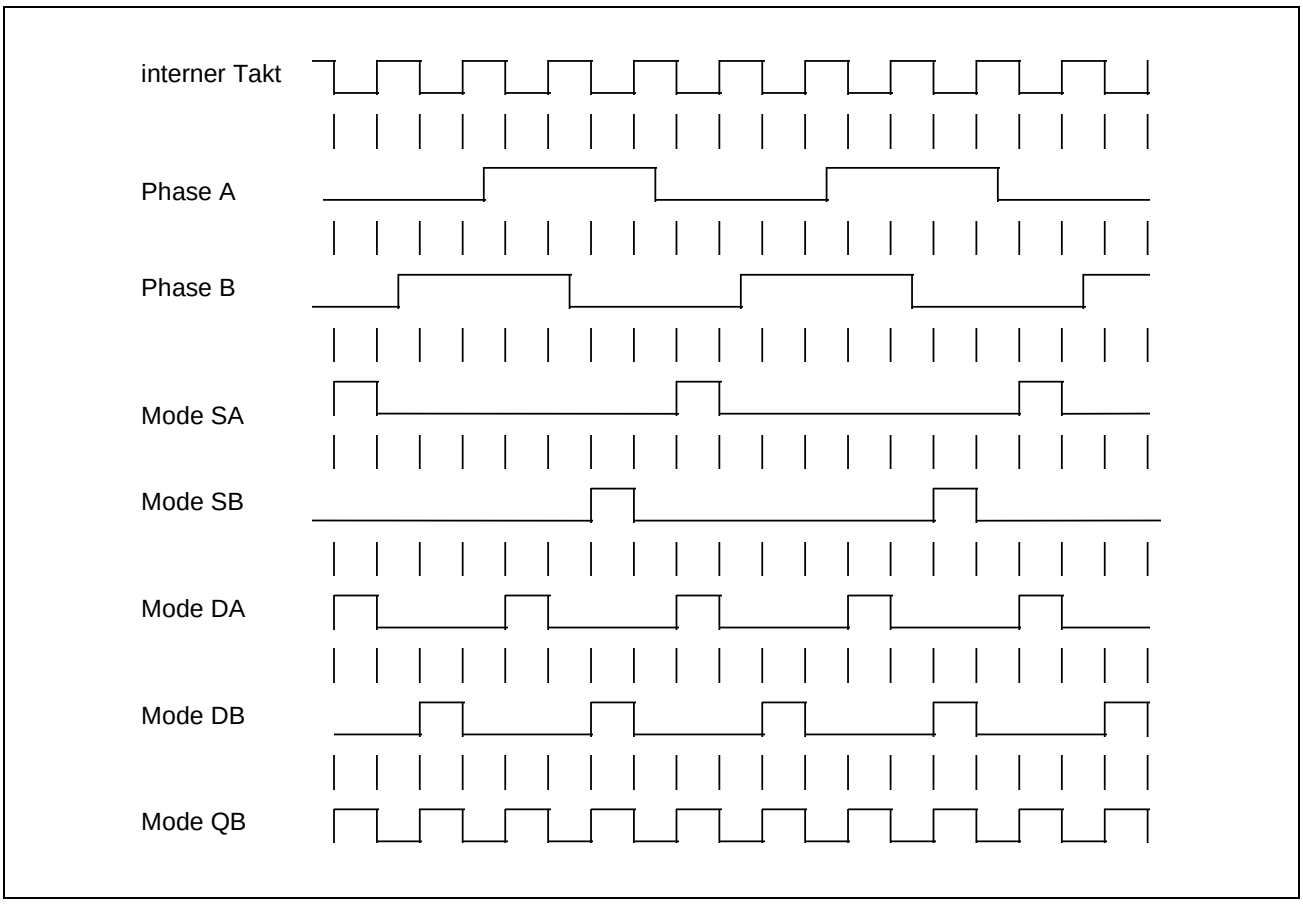


Abb. 15-42: Richtungsdiskriminator bei Bewegung "rückwärts" mit Auswertung der Flanken in den 5 Submodes:

SA = Single Phase A: neg. Flanke an A
SB = Single Phase B: neg. Flanke an B
DA = Double Phase A: pos. und neg. Flanke an A
DB = Double Phase B: pos. und neg. Flanke an B
Q = Quadruple: Auswerten aller Flanken an A und B

Mode 6 - Auswertung der Vorwärts- und Rückwärtsimpulse des Inkrementalgebers

Submode	**Bedeutung**
SA	Counter zählt bei pos. Flanke an A aufwärts, bei neg. Flanke abwärts
SB	Counter zählt bei pos. Flanke an B aufwärts, bei neg. Flanke abwärts
DA	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an A auf-/abwärts
DB	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an B auf-/abwärts
Q	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an A und B auf-/abwärts

Mode 7 - Auswertung der Vorwärtsimpulse des Inkrementalgebers

Submode	**Bedeutung (nur bei Vorwärtsbewegung wird gezählt)**
SA	Counter zählt bei pos. Flanke an A aufwärts
SB	Counter zählt bei pos. Flanke an B aufwärts
DA	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an A aufwärts
DB	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an B aufwärts
Q	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an A und B aufwärts

Mode 8 - Auswertung der Rückwärtsimpulse des Inkrementalgebers

Submode	**Bedeutung (nur bei Rückwärtsbewegung wird gezählt)**
SA	Counter zählt bei neg. Flanke an A aufwärts
SB	Counter zählt bei neg. Flanke an B aufwärts
DA	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an A aufwärts
DB	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an B aufwärts
Q	Counter zählt bei pos. und neg. Flanke an A und B aufwärts

Registerstruktur der Zähler

Counter-Mode-Register CMR0, CMR1 und CMR2

Für jeden Zähler ist ein Counter-Mode-Register (Zähler 0: CMR0, Zähler 1: CMR1, Zähler 2: CMR2) vorgesehen, mit dem die gewünschte Betriebsart per Software gesetzt werden kann. Die Funktion und Belegung der Bits ist bei allen drei Counter-Mode-Registern gleich.

Counter-Mode-Register CMR0, CMR1, CMR2:

Bit	R/W	Bedeutung
3 bis 0	W16	Mode
4	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
12 bis 5	W16	Submode
14, 13	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
15	W16	Kaskadierung

a) Mode (CMR0, CMR1, CMR2: Bit 0 bis Bit 3)

Mode	Codierung	Funktion
0	0000	Zähler nicht aktiv
1	0001	Aufwärtszähler
2	0010	Abwärtszähler
3	0011	Auf-/Abwärtszähler Typ A
4	0100	Auf-/Abwärtszähler Typ B
5	0101	Timer
6	0110	Inkrementalgeber Typ A
7	0111	Inkrementalgeber Typ B, Vorwärtsrichtung
8	1000	Inkrementalgeber Typ B, Rückwärtsrichtung
9	1001	Frequenzmessung
10	1010	Pulsbreitenmessung
11	1011	Periodendauermessung
12	1100	Geschwindigkeitsmessung

b) Submodes (CMR0, CMR1, CMR2: Bit 5 bis Bit 11)

Je nachdem, in welchem Mode (Mode 1 bis Mode 12) sich der Zähler befindet, haben Bit 5 bis 12 der Counter-Mode-Register CMR0, CMR1 und CMR2 eine unterschiedliche Bedeutung:

Mode 1, 3, 4

Bit	R/W	Bedeutung
5	W16	AUTOSTART 0 = Zähler muß explizit durch einen CCR-Startbefehl oder über einen externen Eingang gestartet werden 1 = Zähler startet automatisch nach dem Laden des zugehörigen Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2)
12 bis 6	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

Mode 2

Bit	R/W	Bedeutung
5	W16	AUTOSTART 0 = Zähler muß explizit durch einen CCR-Startbefehl oder über einen externen Eingang gestartet werden 1 = Zähler startet automatisch nach dem Laden des zugehörigen Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2)
11 bis 6	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
12	W16	HILFSZÄHLER 0 = Zähler dient nicht als Hilfszähler einer N-fach-Perioden-dauermessung 1 = Zähler dient als Hilfszähler einer N-fach-Perioden-dauermessung

Mode 5

Bit	R/W	Bedeutung
5	W16	AUTOSTART 0 = Zähler muß explizit durch einen CCR-Startbefehl, oder über einen externen Eingang gestartet werden 1 = Zähler startet automatisch nach dem Laden des zugehörigen Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2)
6	W16	CONTINUE 1 = Timer läuft auf 0, danach erfolgt automatisch ein Reload und der Zählvorgang wird fortgeführt 0 = Nachdem der Timer auf Null gelaufen ist, stoppt er und wartet auf den nächsten Startbefehl
7	W16	EXTERN 0 = Zähltakt kommt von internem Frequenzgenerator 1 = Zähltakt kommt von externem Eingang
12 bis 8	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

Mode 6, 7, 8

Bit	R/W	Bedeutung
5	W16	AUTOSTART (nur Mode 6) 0 = Zähler muß explizit durch einen CCR-Startbefehl, oder über einen externen Eingang gestartet werden 1 = Zähler startet automatisch nach dem Laden des zugehörigen Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2) Mode 7, Mode 8: Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
8, 7, 6	W16	FLANKENAUSWERTUNG Bit 8, 6, 7 = 000 ⇒ SA (Mode Single Phase A) 001 ⇒ SB (Mode Single Phase B) 010 ⇒ DA (Mode Double Phase A) 011 ⇒ DB (Mode Double Phase B) 100 ⇒ Q (Quadruple)
12 bis 9	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

Mode 9

Bit	R/W	Bedeutung
5	W16	AUTOSTART 0 = Zähler muß explizit durch einen CCR-Startbefehl, oder über einen externen Eingang gestartet werden 1 = Zähler startet automatisch nach dem Laden des zugehörigen Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2)
6	W16	CONTINUE 0 = Einzelmessung 1 = Dauermessung
7	W16	EXTERN 0 = Gate intern 1 = Gate extern
8	W16	AUTOFREEZE 0 = Funktion nicht aktiv. 1 = Automatisches Freeze am Ende einer Messung
9	W16	AUTORESET 0 = Funktion nicht aktiv. 1 = Automatisches Rücksetzen des Zählers am Ende einer Messung
10	W16	AUTOLOAD 0 = Funktion nicht aktiv. 1 = Automatisches Load am Ende einer Messung
11	W16	OVERRIDE 0 = Ein in einem Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) gespeichertes Meßergebnis muß zuerst ausgelesen werden, bevor es mit einem neuen Meßwert überschrieben werden kann. 1 = Der alte Inhalt eines Counter-Data-Registers (CDR0, CDR1, CDR2) wird bei einem "Freeze"-Befehl durch den neuen Meßwert ersetzt, unabhängig davon, ob der alte Inhalt bereits gelesen worden ist.
12	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

Mode 10, 11, 12

Bit	R/W	Bedeutung
5	W16	AUTOSTART 0 = Zähler muß explizit durch einen CCR-Startbefehl oder über einen externen Eingang gestartet werden 1 = Zähler startet automatisch nach dem Laden des zugehörigen Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2)
6	W16	CONTINUE 0 = Einzelmessung 1 = Dauermessung
7	W16	EXTERN (nur für Mode 10 und 11, nicht verfügbar in Mode 12) 0 = Referenzfrequenz intern 1 = Referenzfrequenz extern
8	W16	AUTOFREEZE 0 = Funktion nicht aktiv. 1 = Automatisches Freeze am Ende einer Messung
9	W16	AUTORESET 0 = Funktion nicht aktiv. 1 = Automatisches Rücksetzen des Zählers am Ende einer Messung
10	W16	AUTOLOAD 0 = Funktion nicht aktiv. 1 = Automatisches Load am Ende einer Messung
11	W16	OVERRIDE 0 = Ein in einem Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) gespeichertes Meßergebnis muß zuerst ausgelesen werden, bevor es mit einem neuen Meßwert überschrieben werden kann. 1 = Der alte Inhalt eines Counter-Data-Registers (CDR0, CDR1, CDR2) wird bei einem "Freeze"-Befehl durch den neuen Meßwert ersetzt, unabhängig davon, ob der alte Inhalt bereits gelesen worden ist.
12	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

b) Kaskadierung (CMR0, CMR1, CMR2: Bit 15)

Bit	R/W	Bedeutung
15	W16	CASCADE 0 = Zähler ist nicht mit vorangehendem Zähler kaskadiert. 1 = Zähler ist mit vorangehendem Zähler kaskadiert. Ein Über-, bzw. Unterlauf des vorangehenden Zählers wird als Zählimpuls interpretiert. Zählrichtung und Befehle werden vom vorangehenden Zähler übernommen. Die Zähler führen dann genau die gleichen Befehle aus. Dieses gilt auch für automatische Befehle (Autostart, Autofreeze, Autoload, Autoreset). Bit 15 des CMR0 ist immer auf 0 zu setzen, da der Zähler 0 keinen vorangehenden Zähler besitzt.

Eine genaue Beschreibung der Zählerkaskadierung ist dem Kapitel "Kaskadierung der Zähler" zu entnehmen.

Counter-Input-Register CIR0, CIR1, CIR2

Jeder Zähler besitzt ein Counter-Input-Register (Zähler 0: CIR0, Zähler 1: CIR1, Zähler 2: CIR2), das angibt, wie die Zählereingänge "Zähleingang 0", "Zähleingang 1", "Start", "Stop", "Load" "Freeze" und "Reset" untereinander bzw. mit den optoentkoppelten Eingängen verschaltet sind. Die drei Counter-Input-Register CIR0, CIR1 und CIR2 unterscheiden sich nur in den Bits 19 bis 21.

Um die 32-Bit-Counter-Input-Register CIR0, CIR1, und CIR2 zu beschreiben sind jeweils 2 16-Bit-Buszugriffe erforderlich. Ein 16-Bit-Zugriff für die Bits 0 bis 15 und ein 16-Bit-Zugriff für die Bits 16 bis 31. Die Register werden indirekt adressiert und besitzen 2 indirekte Adressen

Das Kapitel "Ansteuerung der Zählereingänge" enthält eine Übersicht über die Verschaltungsmöglichkeiten der Zählereingänge und der optoentkoppelten Eingänge.

CIR0, CIR1, CIR2 (Bits 0 bis 15)

Bit	R/W	Bedeutung
1, 0	W16	START über externe Leitung: 00 = Start nicht über externe Leitung steuerbar 01 = Start bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-0 10 = Start bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-1 11 = Start bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-2
2	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
4, 3	W16	STOP über externe Leitung: 00 = Stop nicht über externe Leitung steuerbar 01 = Stop bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-1 10 = Stop bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-2 11 = Stop bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-3
5	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
7, 6	W16	STOP des Zählers 0 bei Zählerunterlauf: 00 = kein Stop bei Zählerunterlauf 01 = Stop bei Unterlauf des Zählers 0 10 = Stop bei Unterlauf des Zählers 1 11 = Stop bei Unterlauf des Zählers 2
8	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
10, 9	W16	LOAD über externe Leitung: 00 = Load nicht über externe Leitung steuerbar 01 = Load bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-0 10 = Load bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-1 11 = Load bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-2
11	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
13, 12	W16	FREEZE über externe Leitung: 00 = Freeze nicht über externe Leitung steuerbar 01 = Freeze bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-1 10 = Freeze bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-2 11 = Freeze bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-3
15, 14	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

CIR0, CIR1, CIR2 (Bits 16 bis 31)

Bit	R/W	Bedeutung
17, 16	W16	RESET über externe Leitung: 00 = Reset nicht über externe Leitung steuerbar 01 = Reset bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-0 10 = Reset bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-1 11 = Reset bei pos. oder neg. Flanke auf Leitung DIN-2
18	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
21 bis 19	W16	Nur Zähler 0 (CIR0): 000: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 0 mit DIN-0 Verbinde Zähleingang 1, Zähler 0 mit DIN-1 001: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 0 mit DIN-2 Verbinde Zähleingang 1, Zähler 0 mit DIN-3 010: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 0 mit DIN-4 Verbinde Zähleingang 1, Zähler 0 mit DIN-5 011: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 0 mit DIN-6 Verbinde Zähleingang 1, Zähler 0 mit DIN-7 100: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 0 mit DIN-8 Verbinde Zähleingang 1, Zähler 0 mit DIN-9 101: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 0 mit DIN-10 Verbinde Zähleingang 1, Zähler 0 mit DIN-11 Nach einem Reset sind die Bits 21 bis 19 des CIR0 auf 100 gesetzt. Die Zähleingänge 0 und 1 des Zählers 0 sind mit DIN-8 und DIN-9 verbunden.
		Zähler 1 (CIR1): 000: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 1 mit DIN-6 001: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 1 mit Zähleingang Nr. 1 des Zählers 0
		Zähler 2 (CIR2): 000: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 2 mit DIN-4 001: Verbinde Zähleingang 0, Zähler 2 mit Zähleingang Nr. 1 des Zählers 0
31 bis 22	W16	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen

Counter-Command-Register CCR

Die Steuerung der Zähler per Software wird mit Hilfe des Counter-Command-Registers CCR durchgeführt. Alle drei Zähler des M-C16-3 werden über dieses Register gesteuert.

Counter-Command-Register CCR:

Bit	R/W	Bedeutung
0	W8	START
1	W8	STOP
2	W8	LOAD
3	W8	FREEZE
4	W8	RESET
5	W8	Befehl gilt für Zähler 0
6	W8	Befehl gilt für Zähler 1
7	W8	Befehl gilt für Zähler 2

Ein Befehl wird durch Setzen des entsprechenden Bits START, STOP, LOAD, FREEZE oder RESET ausgelöst. Es darf immer nur ein Befehlsbit (Bit-0 bis Bit-4) gesetzt sein. Eine Ausnahme bildet der Befehl "Load & Start", bei dem Bit 0 und 2 gleichzeitig gesetzt sein müssen. Mit Hilfe der Bits 5 bis 7 wird der Zähler selektiert, für den das entsprechende Kommando gelten soll. Das M-C16-3 bietet die Möglichkeit mehrere Zähler gleichzeitig zu selektieren. Die Befehle werden dann zeitgleich ausgeführt.

Counter-Status-Register CSR0, CSR1 und CSR2

Jeder Zähler besitzt ein Counter-Status-Register (Zähler 0: CSR0, Zähler 1: CSR1, Zähler 2: CSR2). Alle drei Register besitzen die gleiche Bitbelegung.

Counter-Status-Register CSR:

Bit	R/W	Bedeutung
0	R8	RUN 1 = Zähler läuft, 0 = Zähler läuft nicht
1	R8	DIRECTION (falls RUN = 1) 0 = Zählrichtung aufwärts (Inkrementalgeber: Vorwärtsbewegung) 1 = Zählrichtung abwärts (Inkrementalgeber: Rückwärtsbewegung)
2	R8	PRESET 1 = neuer Wert wurde ins Counter-Preset-Register (CPR0, CPR1, CPR2) geschrieben, aber noch nicht in den Zähler übernommen (Load-Befehl). 0 = Inhalt des Counter-Preset-Registers (CPR0, CPR1, CPR2) wurde in den Zähler übernommen.
3	R8	FREEZE 1 = Zählerstand wurde im Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) gespeichert (Freeze-Befehl), aber noch nicht gelesen. 0 = Inhalt des Counter-Data-Registers (CDR0, CDR1, CDR2) wurde gelesen.
4	R8	OVERRUN 1 = Overrun aufgetreten 0 = kein Overrun aufgetreten Overrun liegt vor, wenn ein Freeze-Impuls auftritt, obwohl der alte Inhalt des Counter-Data-Registers (CDR0, CDR1, CDR2) noch nicht gelesen worden ist.
7-5	R8	Reserviert

Es gelten folgende Rücksetzbedingungen für die Statusbits:

Bit	Bedingung zum Rücksetzen
PRESET	Load-Befehl
FREEZE	Lesen des Counter-Data-Registers (CDR0, CDR1, CDR2)
OVERRUN	Lesen des Counter-Data-Registers (CDR0, CDR1, CDR2) oder des Counter-Status-Registers (CSR0, CSR1, CSR2)

Counter-Referenz-Register CRR0, CRR1, CRR2

Mit Hilfe der Counter-Referenz-Register CRR0, CRR1 und CRR2 wird in den Modes "Pulsbreitenmessung", "Periodendauermessung" und "Geschwindigkeitsmessung" die Abtastfrequenz, im Mode "Frequenzmessung" die Torzeit und im Timer-Mode die Zählfrequenz eingestellt.

In den Inkrementalgebermodes kann man mit Hilfe der Counter-Referenz-Register CRR0, CRR1 und CRR2 die Verzögerung zwischen der Auswertung der Nullimpulsflanke und den Flanken der beiden Phasen A und B einstellen. Genaueres ist dem Kapitel "Mode 6: Inkrementalgeber Typ A" zu entnehmen.

Counter-Referenz-Register CRR0, CRR1, CRR2:

Bit	R/W	Bedeutung	
4 bis 0	W8	Mode 5: Mode 6, 7, 8: Mode 9: Mode 10, 11, 12:	Zählfrequenz, Verzögerungszeit zwischen Nullimpuls und Zählimpuls Torzeit Referenzfrequenz
7 bis 5	W8	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen	

Mode 5, 9, 10, 11, 12

Counter-Referenz-Register CRR0, CRR1, CRR2:

CRR	Periodendauer	Frequenz
0	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen	
1	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen	
2	100 ns	10 MHz
3	200 ns	5 MHz
4	500 ns	2 MHz
5	1 µs	1 MHz
6	2 µs	500 kHz
7	5 µs	200 kHz
8	10 µs	100 kHz
9	20 µs	50 kHz
10	50 µs	20 kHz
11	100 µs	10 kHz
12	200 µs	5 kHz
13	500 µs	2 kHz
14	1 ms	1 kHz
15	2 ms	500 Hz
16	5 ms	200 Hz
17	10 ms	100 Hz
18	20 ms	50 Hz
19	50 ms	20 Hz
20	100 ms	10 Hz

Mode 6, 7, 8

Counter-Referenz-Register CRR0, CRR1, CRR2:

CRR	Verzögerung
0	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen
1	100 ns
2	200 ns
3	500 ns
4	1000 ns

Kaskadierung der Zähler

Die Zähler des M-C16-3 können auf 3 verschiedene Arten kaskadiert werden:

- Kaskadierung der Zähler 0 und 1 zu einem 32-Bit-Zähler
- Kaskadierung der Zähler 1 und 2 zu einem 32-Bit-Zähler
- Kaskadierung der Zähler 0, 1 und 2 zu einem 48-Bit-Zähler

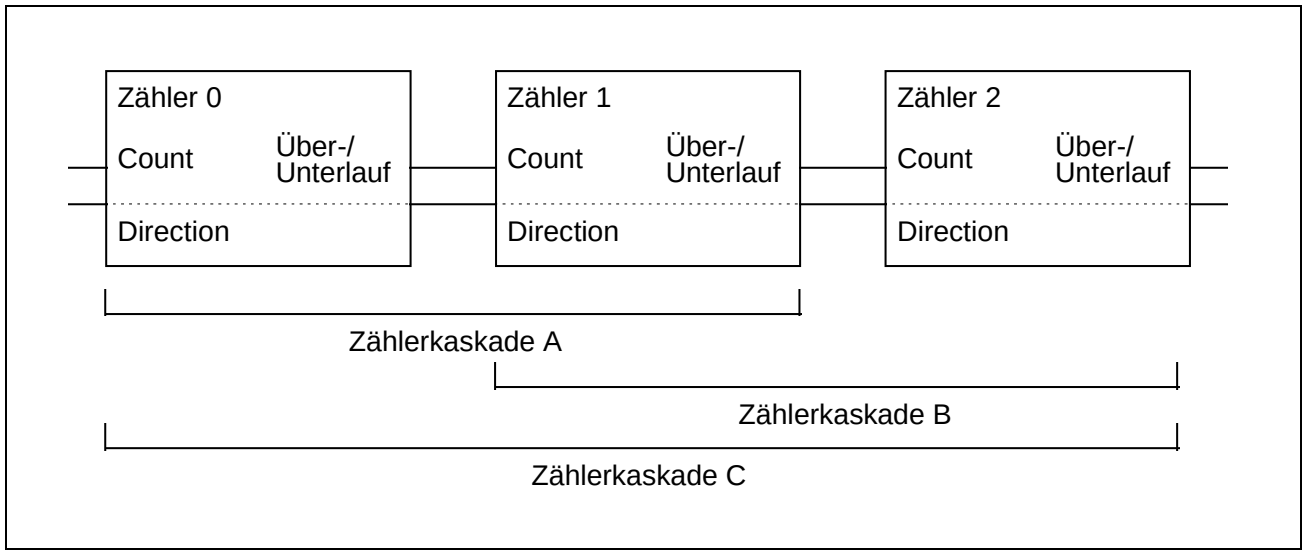


Abb. 15-43: Möglichkeiten der Kaskadierung

Die Zähler des M-C16-3 sind von 0 bis 2 durchnumeriert. Derjenige Zähler einer Kaskade, der die kleinste Nummer besitzt, übernimmt die Steuerung der nachfolgenden Zähler. Alle Einstellungen die hier gemacht werden (z.B. Counter-Mode-Regi-

ster: Zählerbetriebsart, Unterbetriebsart; Counter-Referenz-Register: Referenzfrequenz, Torzeit), gelten auch für die nachfolgenden Zähler. Diese müssen im Kaskade-Mode betrieben werden, d.h. die Counter-Mode-Register CMR1, bzw. CMR2 müssen auf den Wert 8000h (Bit-15 = 1) gesetzt werden. Darüber hinaus müssen keine weiteren Einstellungen vorgenommen werden.

Bei der Kaskadierung sind folgende Punkte zu beachten:

- Derjenige Zähler, der die kleinste Nummer besitzt, steuert die nachfolgenden Zähler der Kaskade.
- Die Eingangssignale (Zählsignale, Meßsignale, externe Referenz- und Torsignale) werden an den steuernden Zähler gelegt. Er zählt die niedrigwertigen Bits, die nachfolgenden Zähler die höherwertigen.
- Alle Befehle, die per Software (Counter-Command-Register CCR) oder hardwaremäßig (Opto-Eingänge) an den steuernden Kanal gegeben werden, gelten auch für die nachfolgenden Zähler der Kaskade. Dies gilt auch für automatische Befehle, wie Autostart, Autofreeze, Autoreset und Autoload. Es dürfen keine Befehle, weder über das Counter-Command-Register CCR noch über die optoentkoppelten Eingänge (durch die Programmierung der Counter-Input-Register CIR1 oder CIR2), direkt an die nachfolgenden Zähler gesendet werden.
- Die Interrupt-Auslösung bei Zählerüberlauf, Zählerunterlauf, Ende der Messung und ungültigem Meßwert geschieht durch den steuernden Zähler.
- Die Statusanzeige erfolgt über das Counter-Status-Register (CSR0, CSR1, CSR2) des steuernden Zählers.
- Falls eine Messung vorgenommen werden soll (Mode 9, 10, 11, 12) oder im Timer-Mode gearbeitet wird (Mode 5) ist die Referenzfrequenz mit dem Counter-Referenz-Register (CRR0, CRR1, CRR2) des steuernden Zählers einzustellen.
- Sind in den Modes 9 bis 12 die Submodes "Autofreeze" und "Continue" gleichzeitig aktiv und ist der Meßvorgang gestartet, dann muß beim Lesen des Zählerstandes von kaskadierten Zählern folgendermaßen vorgegangen werden:

  Es muß zuerst das Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) des steuernden Zählers ausgelesen werden. Die "Autofreeze"-Funktion ist dann vorübergehend deaktiviert. Während die Counter-Data-Register CDR0, CDR1 und CDR2 der anderen, zur Kaskade gehörenden Zähler ausgelesen werden, kann kein neuer Autofreeze-Impuls auftreten und das Ergebnis verfälschen. Nach dem Lesen aller zur Kaskade gehörenden Counter-Data-Register (CDR0, CDR1, CDR2) wird die Funktion "Autofreeze" automatisch wieder aktiviert.

Beispiel:

Die Zähler 0 und 1 sollen zusammen einen 32-Bit-Aufwärtszähler bilden.

Zähler	Counter-Mode-Register	Funktion
0	CMR0 = 0001h	Bit-15 bis Bit-0 des Aufwärtszählers
1	CMR1 = 8000h	Bit-31 bis Bit-16 des Aufwärtszählers

Ansteuerung der Zählereingänge

Die Zählereingänge Start, Stop, Load, Freeze, Reset

Die Zählereingänge Start, Stop, Load, Freeze und Reset können folgendermaßen angesteuert werden:

- Befehlsauslösung per Software über das Counter-Command-Register CRR
- Hardwaremäßige Befehlsauslösung über eine pos. oder neg. Flanke an den optoentkoppelten Eingängen DIN-0 bis DIN-3. Die Einstellung der Flanke geschieht über das Input-Invert-Register IIR, die Auswahl des Eingangs über das entsprechende Counter-Input-Register CIR0, CIR1 oder CIR2.
- Übernahme der Befehle vom vorangehenden Zähler bei der Kaskadierung
- Der Zähler 0 kann durch Unterlauf eines anderen Zählers oder bei eigenem Zählerunterlauf gestoppt werden. Die Auswahl des Zählers erfolgt mit dem Counter-Input-Register CIR0.

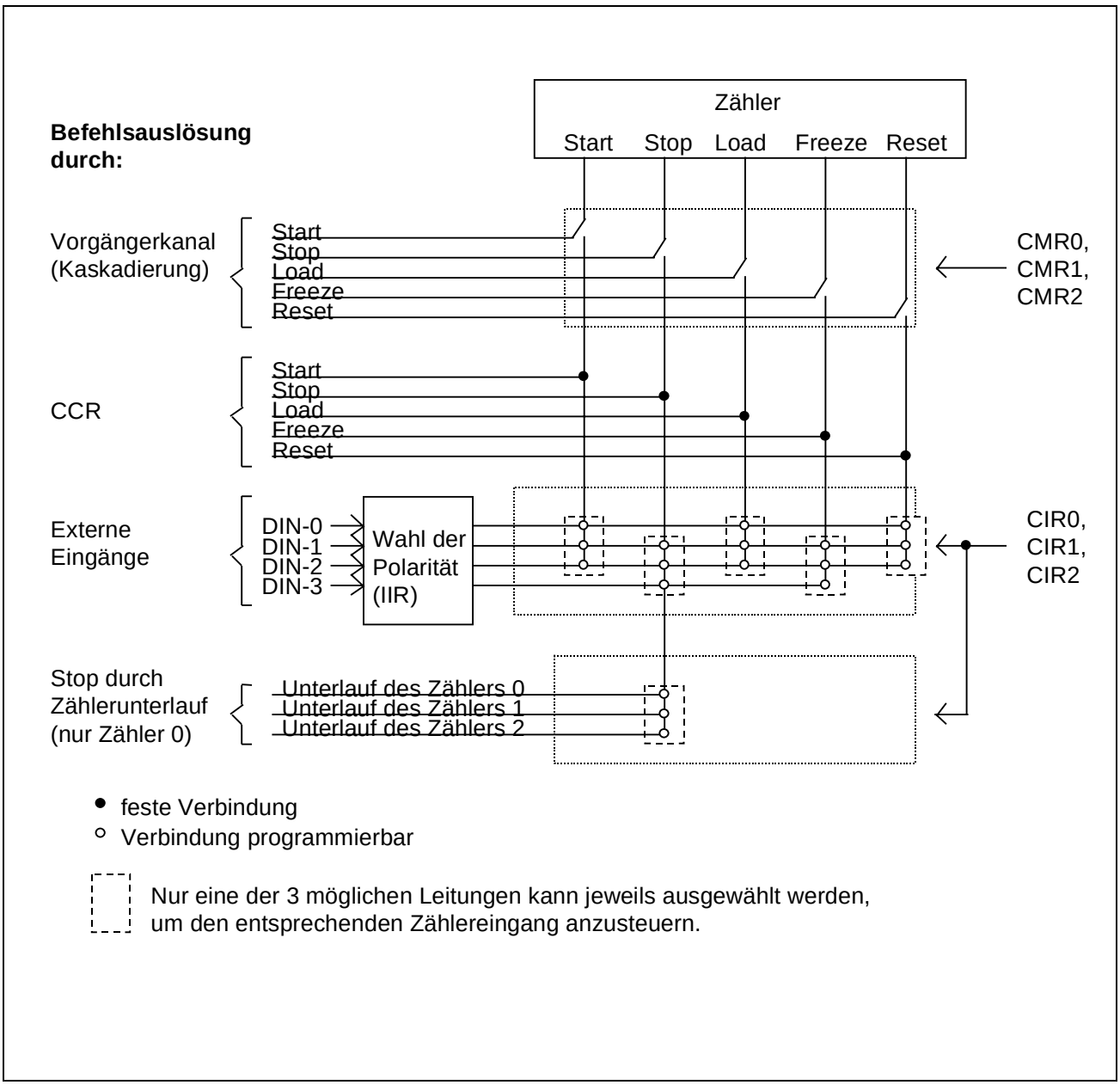


Abb. 15-44: Ansteuerung der Zählereingänge Start, Stop, Load, Freeze und Reset

Die Zählereingänge Zähleingang 0, Zähleingang 1

Die Zuordnung der Zählereingänge Zähleingang 0 und Zähleingang 1 zu den opto-entkoppelten Eingängen wird über das jeweilige Counter-Input-Register (CIR0, CIR1, CIR2) und das Counter-Mode-Register (CMR0, CMR1, CMR2) bestimmt.

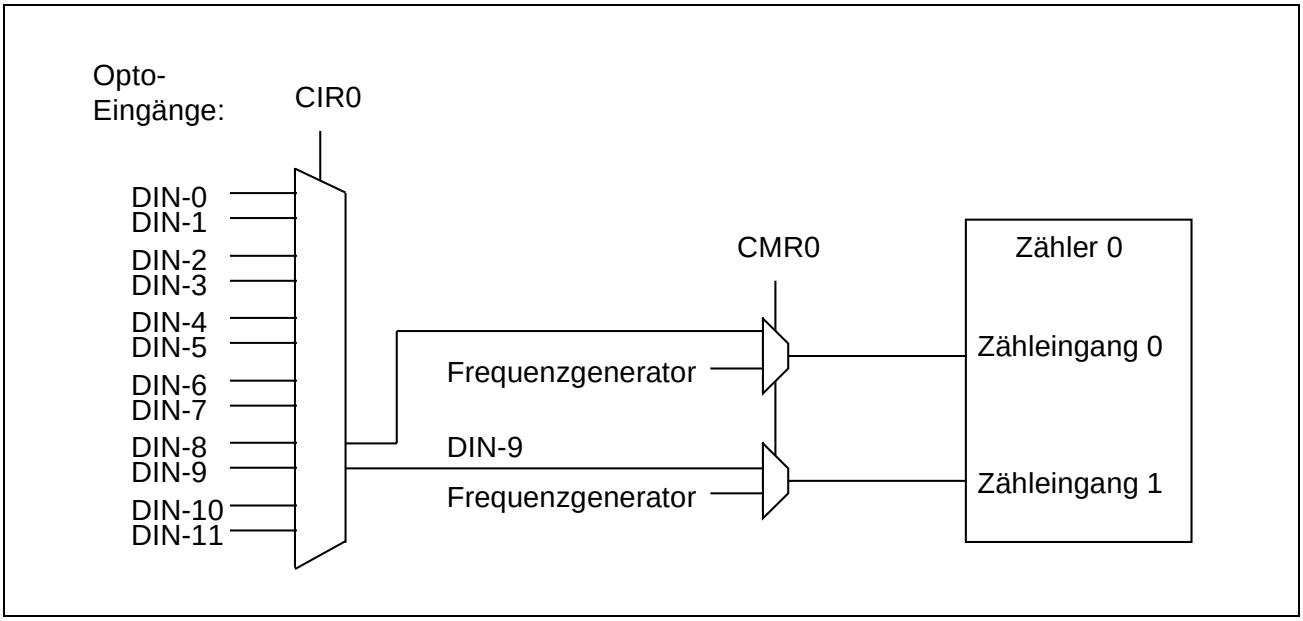


Abb. 15-45: Beschaltung der Zähleingänge 0 und 1 des Zählers 0

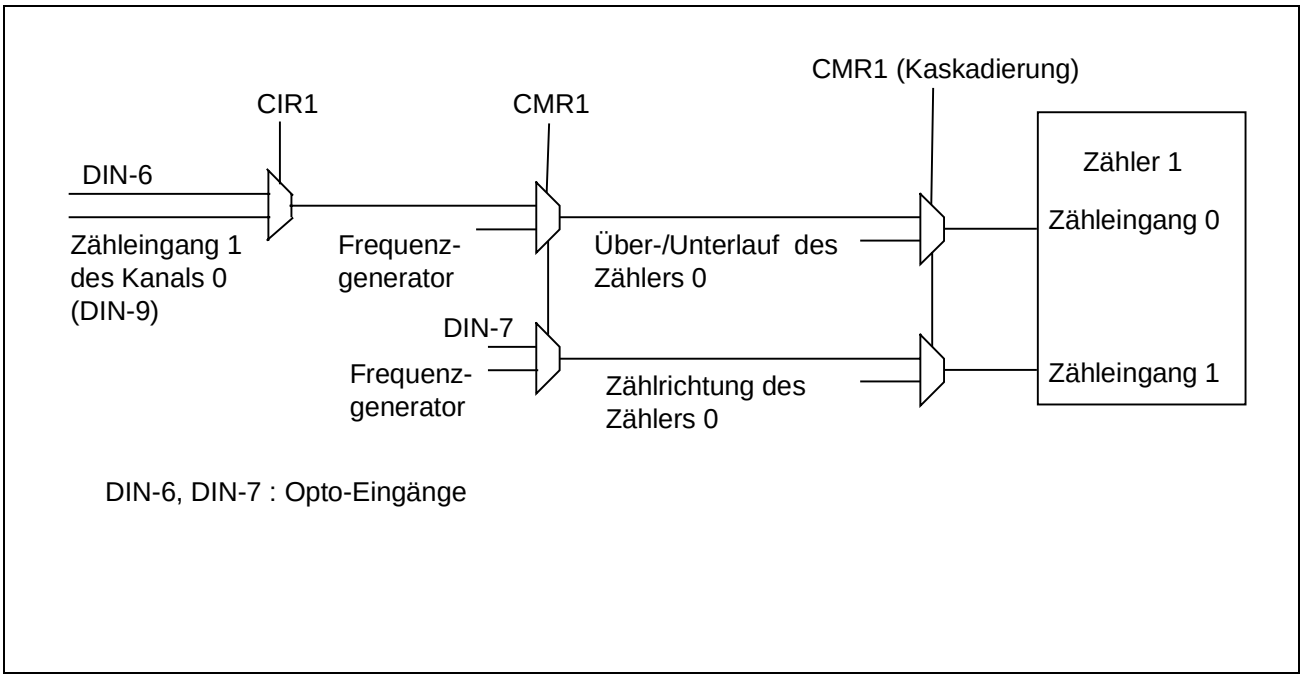


Abb. 15-46: Beschaltung der Zähleingänge 0 und 1 des Zählers 1

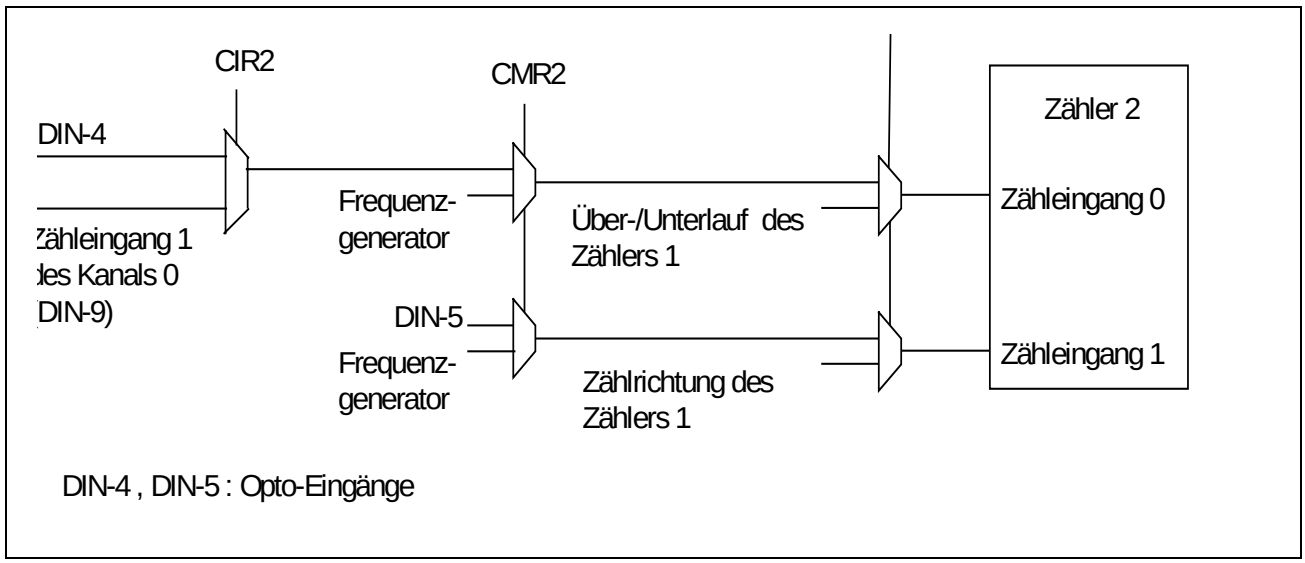


Abb. 15-47: Beschaltung der Zähleingänge 0 und 1 des Zählers 2

Kompatibilität von M-C16-3 und M-iNC-3

Die Module M-C16-3 und M-iNC-3 sind per Software nicht kompatibel. Allerdings ist es möglich den Anschlußstecker St1 des M-C16-3 pinkompatibel zu dem des M-iNC-3 zu schalten. Falls ein M-iNC-3 Modul durch ein M-C16-3 Modul ersetzt wird, muß also lediglich die Software angepaßt werden, eine Änderung der Verdrahtung im Schaltschrank ist nicht nötig. Im Kompatibilitätsmodus entsprechen die Zähler 0, 1 und 2 des M-C16-3 den Zählern 1, 2 und 3 des M-iNC-3.

Der Kompatibilitätsmodus sollte nur verwendet werden, wenn M-iNC-3 Module in schon bestehenden Anlagen durch M-C16-3 Module ersetzt werden sollen und die Anpassung des Anschlußsteckers zu aufwendig erscheint. Im Kompatibilitätsmodus können nur die Funktionen des M-iNC-3, nicht aber die zusätzlichen Funktionen des M-C16-3 verwendet werden. Insbesondere können die Eingänge DIN-4 bis DIN-11 nicht als Interrupt-Eingänge verwendet werden, sondern müssen maskiert werden (IMR). Die entsprechenden Bits im Interrupt-Pending-Register IPR und Interrupt-Overrun-Register IOR sind ungültig. Input-Invert-Register IIR, Input-Read-Register IRR, Input-Command-Register ICR und Input-Latch-Register ILR dürfen nicht verwendet werden.

Die Pinkompatibilität wird folgendermaßen hergestellt:

- Bit 0 im Modul-Interface-Register MIR muß gesetzt sein
- im Counter-Input-Register CIR0 müssen die Bits 21 bis 19 = 100 gesetzt sein
- Rücksetzen der Zähler

	Zähler 0	**Zähler 1**	**Zähler 2**
Reset über Eingang	CIR 0	CIR 1	CIR 2
kein Reset	Bit 17, 16 = 00	Bit 17, 16 = 00	Bit 17, 16 = 00
Eingang Z	Bit 17, 16 = 01	Bit 17, 16 = 01	Bit 17, 16 = 01
Eingang A3	Bit 17, 16 = 11	Reset nicht möglich	Reset nicht möglich
Eingang B3	Reset nicht möglich	Bit 17, 16 = 10	Reset nicht möglich

- Zwischenspeichern (Freeze) der Zählerstände

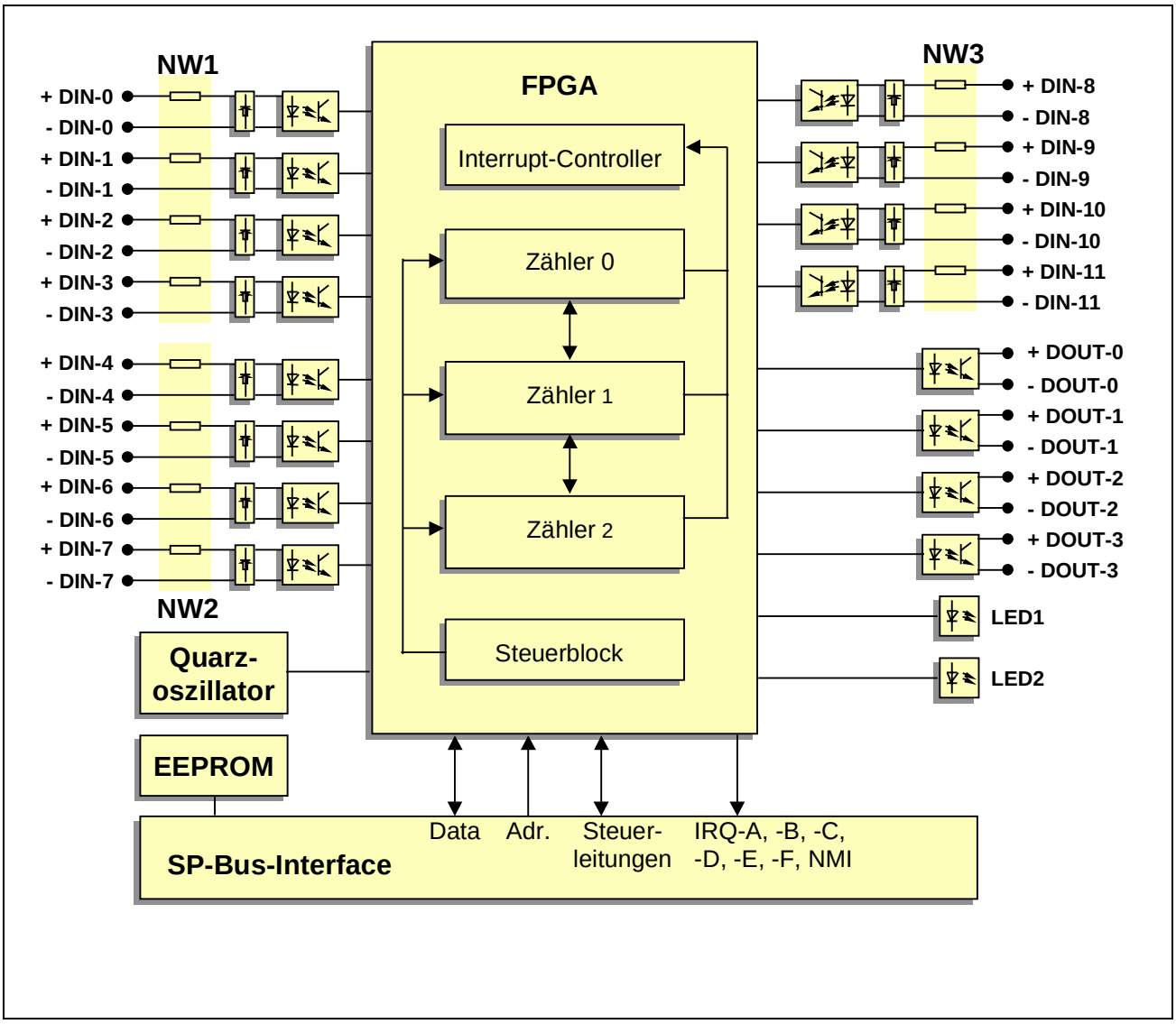
	Zähler 0	**Zähler 1**	**Zähler 2**
Freeze über Eingang	CIR 0	CIR 1	CIR 2
kein Freeze	Bit 13, 12 = 00	Bit 13, 12 = 00	Bit 13, 12 = 00
Eingang F	Bit 13, 12 = 11	Bit 13, 12 = 11	Bit 13, 12 = 11

- Interrupt-Auslösung über die optoentkoppelten Eingänge

Das M-iNC-3 kann über die Eingänge A3, B3, F und Z Interrupts auslösen. Die folgende Tabelle zeigt die Entsprechungen zu den Eingängen DIN-0 bis DIN-3. Die Auslösung von Interrupts geschieht, entsprechend dem Kapitel "Interrupt-Controller", über die Eingänge DIN-0 bis DIN-3.

Kurzbezeichnung laut M-iNC-3 Beschreibung	**Entspricht beim M-C16-3 Modul**
Z	DIN-0
B3	DIN-1
A3	DIN-2
F	DIN-3

Blockschaltbild



Technische Daten

Parameter		**Wert**	**Einheit**
Zahl der Zähler		3	-
Auflösung je Kanal		16	Bit
Zahl der optoentkoppelten Eingänge		12	-
Zahl der optoentkoppelten Ausgänge		4	-
Max. Zählfrequenz (Opto-Eingänge)		5	MHz
Max. Zählfrequenz (interner Frequenzgenerator)		10	MHz
Eingang (Optokoppler)	Schwelle (typ./max.)	2/6,3	mA
	inkl. Langzeitstabilität	< 6,3	mA
	abs. Grenzwert, average	15	mA
	peak < 1 ms	30	mA
	Reverse input voltage (max.)	24	Volt
	Trennspannung (max.)	500	Volt
Ausgang (Optokoppler)	Kollektorstrom:		
	Ausgangstransistor leitend	10	mA
	Ausgangstransistor gesperrt[1]	10	µA
	Ausgangsspannung:		
	Ausgangstransistor leitend, max.[2]	0,8	Volt
	Ausgangstransistor gesperrt, max.[3]	50	Volt
	Trennspannung, max.	500	Volt
Stromaufnahme		90	mA
Betriebstemperatur		0 bis 55	°C
Abmessungen (L x B x H)		106 x 45 x 15	mm

[1] Gemessen bei der maximal erlaubten Ausgangsspannung.

[2] Gemessen beim maximal erlaubten Ausgangsstrom.

[3] Das Modul liefert keine Spannung und keinen Strom. Die maximale Ausgangsspannung stellt die max. erlaubte Spannung am Ausgang zwischen Collector und Emitter dar.

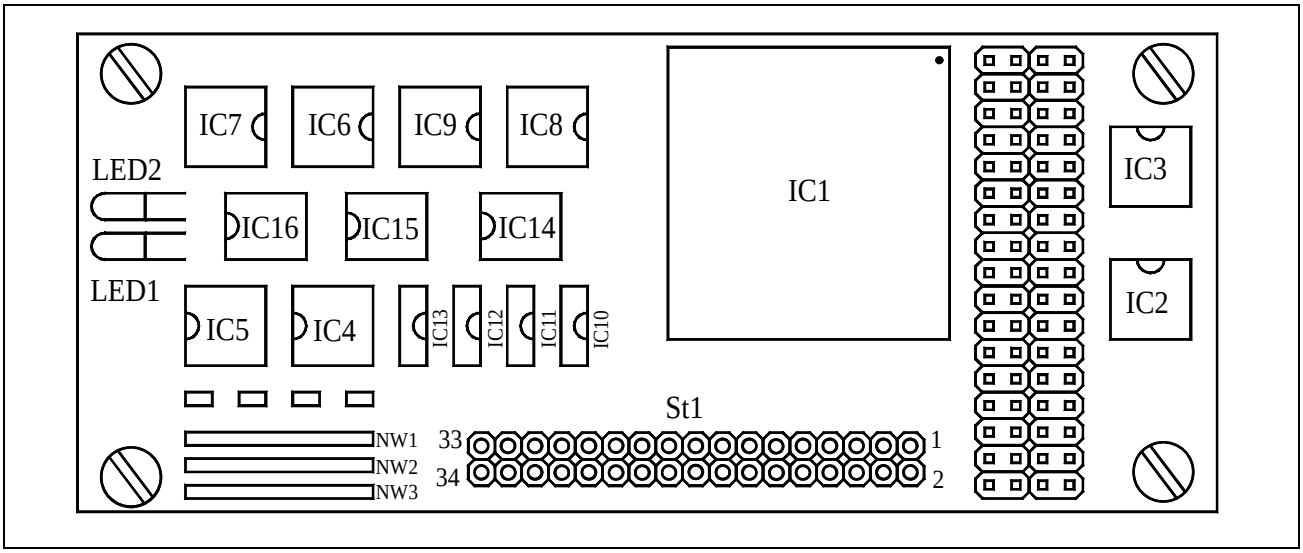
Lieferumfang

Zum Lieferumfang des Moduls M-C16-3 gehören folgende Artikel:

- SPB-Modul M-C16-3
- 34-poliger Pfostenstecker für Flachbandkabel
- Sortiment Widerstandsnetzwerke
- Datenträger mit Modul-Device-Treiber und Programmbibliotheken

Konfiguration und Einbau

Lageplan

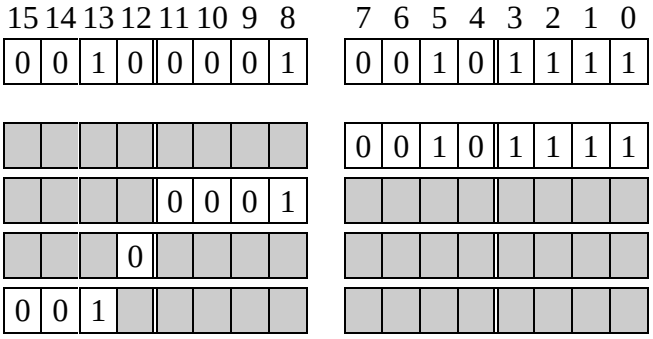


EEPROM-Inhalte

Werkseitig ist bereits eine Konfiguration im EEPROM voreingestellt:

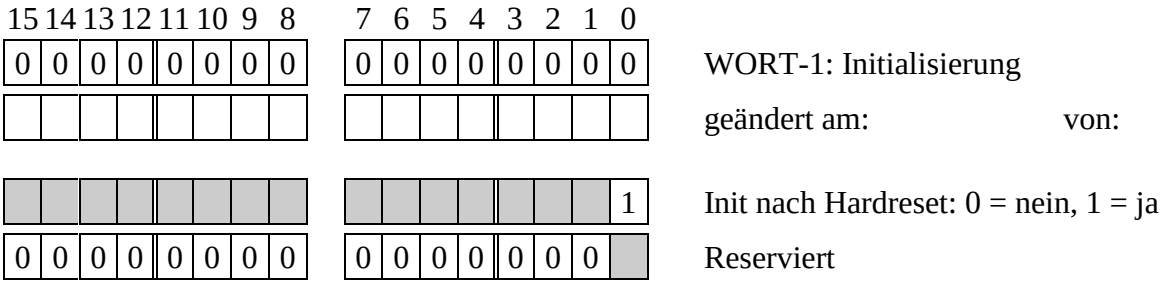
WORT	Binär		Hex.	Bedeutung (Kurzinfo)
0	0010 0001	0010 1111	212fh	Modultyp: M-C16-3
1	0000 0000	0000 0001	0001h	Initialisierung
2	0000 0000	0000 0000	0000h	Reserviert
3	0000 0000	0000 0000	0000h	Reserviert
...		...	...	...
30	0000 0000	0000 0000	0000h	Reserviert
31	0000 0000	0000 0000	0000h	Reserviert

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



WORT-1: Initialisierung

In diesem Wort kann eingestellt werden, ob das Modul nach dem Einschalten und bei einem Hardware-Reset entsprechend den Eintragungen im EEPROM initialisiert wird (Bit-0 = 1) oder nicht (Bit-0 = 0).



Steckerbelegung

Die digitalen, optoentkoppelten Ein- und Ausgänge des Moduls werden über den Stecker St1 nach außen geführt.

Steckerbelegung des Anschlußsteckers St1:

Pin	Kurzbezeichnung	Pin	Kurzbezeichnung
1	DIN-0, Anode (+)	18	DIN-7, Anode (+)
2	DIN-0, Kathode (-)	19	DOUT-1, Collector (+)
3	DIN-1, Kathode (-)	20	DOUT-1, Emitter (-)
4	DIN-1, Anode (+)	21	DIN-8, Anode (+)
5	DIN-2, Anode (+)	22	DIN-8, Kathode (-)
6	DIN-2, Kathode (-)	23	DIN-9, Kathode (-)
7	DIN-3, Kathode (-)	24	DIN-9, Anode (+)
8	DIN-3, Anode (+)	25	DIN-10, Anode (+)
9	DOUT-0, Collector (+)	26	DIN-10, Kathode (-)
10	DOUT-0, Emitter (-)	27	DIN-11, Kathode (-)
11	DIN-4, Anode (+)	28	DIN-11, Anode (+)
12	DIN-4, Kathode (-)	29	DOUT-2, Collector (+)
13	DIN-5, Kathode (-)	30	DOUT-2, Emitter (-)
14	DIN-5, Anode (+)	31	DOUT-3, Collector (+)
15	DIN-6, Anode (+)	32	DOUT-3, Emitter (-)
16	DIN-6, Kathode (-)	33	No Connection
17	DIN-7, Kathode (-)	34	No Connection

Modul-Device-Treiber M-C16-3

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

Installationsparameter

Parameter	Wert
Dateiname:	ML8D2F00.LIB
Programmnummer:	426h
Tasknummer:	Steckplatz des Moduls
Interruptnummer:	0[1])
Länge des Datenbereichs:	0
Flags:	800h

[1]) = 0, wenn NI-Task, sonst = der Interruptnummer, die bei „Anwahl der Interruptleitung zur Basiskarte (Device-Typ *DEVICE_CTRL*, Device-Index 0) angegeben wird. Dann wird die Task als II-Task installiert und die zusätzlichen Parameter auf Seite 114 (siehe dort) müssen ausgefüllt und die Prozedur 2 (User-Init) aufgerufen werden.

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

M8INST ML8D2F00 0426 0001 00 000000 00000800

Kanaleigenschaftsstruktur CPS_MC163

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Bedeutung
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Index des ersten Devices
4	*.usIndexLast*	USHORT	Index des letzten Device
6	*.usFlags*	USHORT	Flags für zusätzliche Kanaleigenschaften
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus
12	*.usMode*	USHORT	Betriebsart und Unterbetriebsart
14	*.usCounterInput*	USHORT	Zähleingang 0 (benutzt bei: Aufwärtszähler, Abwärtszähler, Auf-/Abwärtszähler, Timer, Inkrementalgeber, Frequenz-

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Bedeutung
			messung, Pulsbreitenmessung, Periodendauermessung, Geschwindigkeitsmessung) und auslösende Flanke
			Zähleingang 1 (benutzt bei: Auf-/Abwärtszähler, Inkrementalgeber, Frequenzmessung, Pulsbreitenmessung, Periodendauermessung, Geschwindigkeitsmessung) und auslösende Flanke
16	*.usCounterOutput*	USHORT	Zählerausgang
18	*.usCommandInput*	USHORT	Steuerungseingang (Start, Stop, Load, Freeze und Reset)
20	*.usInterrupt*	USHORT	Definition der Interruptbedingung
22	*.usTime*	USHORT	Referenzfrequenz/Referenzzeit (benutzt bei Timer, Frequenzmessung, Pulsbreitenmessung, Periodendauermessung, Geschwindigkeitsmessung) bzw. Verzögerungszeit (benutzt bei Inkrementalgeber)
24	*.usMultiple*	USHORT	Anzahl der Periodendauermessungen

Anwahl der Interruptleitung zur Basiskarte

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Wert
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_CTRL* = 0401h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Device-Index (= 0)
4	*.usIndexLast*	USHORT	= *.usIndexFirst*
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente werden nicht ausgewertet.

Die Anwahl der Interruptleitung erfolgt durch einen Schreibzugriff mit **mddx_write_channel_byte** auf den Kanal. Der Übergabeparameter kann dabei folgende Werte annehmen:

_MC163_NO_IRQ	*(*= 00h)	Keine Interruptleitung anwählen
_MC163_IRQ_A	*(*= 01h)	Interruptleitung IRQ-A anwählen
_MC163_IRQ_B	*(*= 02h)	Interruptleitung IRQ-B anwählen
_MC163_IRQ_C	*(*= 03h)	Interruptleitung IRQ-C anwählen

_MC163_IRQ_D	*(*= 04h)	Interruptleitung IRQ-D anwählen
_MC163_IRQ_E	*(*= 05h)	Interruptleitung IRQ-E anwählen
_MC163_IRQ_F	*(*= 06h)	Interruptleitung IRQ-F anwählen
_MC163_NMI	*(*= 07h)	Interruptleitung NMI anwählen

Zusätzlich muß noch eine ODER-Verknüpfung angegeben werden, wenn die negative Flanke einen Interrupt auslösen soll (Standardeinstellung: positive Flanke):

_MC163_IRQ_NEG_EDGE (= 10h)	Aktive Flanke: negativ
_MC163_IRQ_POS_EDGE (= 00h)	Aktive Flanke: positiv

Die aktuell angewählte Interruptleitung kann durch einen Lesezugriff mit **mddx_read_channel_byte** auf den Kanal ermittelt werden.

Maskieren/Demaskieren der Interrupteingänge

Dieser Kanal ermöglicht es, die Interrupts INT-0 bis INT-15 des Moduls zu maskieren oder zu demaskieren und jeweils die aktive Flanke zu definieren.

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Wert
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_CTRL* = 0401h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Device-Index (= 1)
4	*.usIndexLast*	USHORT	= *.usIndexFirst*
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente werden nicht ausgewertet.

Ein Interrupteingang wird durch einen Schreibzugriff mit **mddx_write_channel_dword** auf den Kanal demaskiert:

_MC163_DEMASK_INT_0	*(*= 0001h)	Demaskiert Interrupteingang INT-0
_MC163_DEMASK_INT_1	*(*= 0002h)	Demaskiert Interrupteingang INT-1
_MC163_DEMASK_INT_2	*(*= 0004h)	Demaskiert Interrupteingang INT-2
_MC163_DEMASK_INT_3	*(*= 0008h)	Demaskiert Interrupteingang INT-3

_MC163_DEMASK_INT_4	*(*= 0010h)	Demaskiert Interrupteingang INT-4
_MC163_DEMASK_INT_5	*(*= 0020h)	Demaskiert Interrupteingang INT-5
_MC163_DEMASK_INT_6	*(*= 0040h)	Demaskiert Interrupteingang INT-6
_MC163_DEMASK_INT_7	*(*= 0080h)	Demaskiert Interrupteingang INT-7
_MC163_DEMASK_INT_8	*(*= 0100h)	Demaskiert Interrupteingang INT-8
_MC163_DEMASK_INT_9	*(*= 0200h)	Demaskiert Interrupteingang INT-9
_MC163_DEMASK_INT_10	*(*= 0400h)	Demaskiert Interrupteingang INT-10
_MC163_DEMASK_INT_11	*(*= 0800h)	Demaskiert Interrupteingang INT-11
_MC163_DEMASK_INT_12	*(*= 1000h)	Demaskiert Interrupteingang INT-12
_MC163_DEMASK_INT_13	*(*= 2000h)	Demaskiert Interrupteingang INT-13
_MC163_DEMASK_INT_14	*(*= 4000h)	Demaskiert Interrupteingang INT-14
_MC163_DEMASK_INT_15	*(*= 8000h)	Demaskiert Interrupteingang INT-15

Zusätzlich muß noch eine ODER-Verknüpfung angegeben werden, wenn die negative Flanke an einem externen digitalen Eingang einen Interrupt auslösen soll (Standardeinstellung: positive Flanke):

_MC163_INT_0_EDGE_NEG	(= 0010000h)	Negative Flanke an INT-0 löst Interrupt aus
_MC163_INT_1_EDGE_NEG	(= 0020000h)	Negative Flanke an INT-1 löst Interrupt aus
_MC163_INT_2_EDGE_NEG	(= 0040000h)	Negative Flanke an INT-2 löst Interrupt aus
_MC163_INT_3_EDGE_NEG	(= 0080000h)	Negative Flanke an INT-3 löst Interrupt aus
_MC163_INT_4_EDGE_NEG	(= 0100000h)	Negative Flanke an INT-4 löst Interrupt aus
_MC163_INT_5_EDGE_NEG	(= 0200000h)	Negative Flanke an INT-5 löst Interrupt aus
_MC163_INT_6_EDGE_NEG	(= 0400000h)	Negative Flanke an INT-6 löst Interrupt aus
_MC163_INT_7_EDGE_NEG	(= 0800000h)	Negative Flanke an INT-7 löst Interrupt aus
_MC163_INT_8_EDGE_NEG	(= 1000000h)	Negative Flanke an INT-8 löst Interrupt aus
_MC163_INT_9_EDGE_NEG	(= 2000000h)	Negative Flanke an INT-9 löst Interrupt aus
_MC163_INT_10_EDGE_NEG	(= 4000000h)	Negative Flanke an INT-10 löst Interrupt aus
_MC163_INT_11_EDGE_NEG	(= 8000000h)	Negative Flanke an INT-11 löst Interrupt aus

Welcher Interrupteingang maskiert bzw. demaskiert ist und welche aktive Flanke eingestellt ist, kann durch einen Lesezugriff mit **mddx_read_channel_dword** auf den Kanal ermittelt werden.

Löschen eines Pending-Interrupts auf dem Modul

Dieser Kanal ermöglicht es, alle Pending-Interrupts auf dem Modul zu löschen.

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Wert
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_CTRL* = 0401h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Device-Index (= 5)
4	*.usIndexLast*	USHORT	= *.usIndexFirst*
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente werden nicht ausgewertet.

Die Pending-Interrupts werden durch einen Schreib- oder Lesezugriff mit **mddx_write_channel_byte** bzw. **mddx_read_channel_byte** auf den Kanal gelöscht (der Übergabewert ist ungültig).

Definition des Latch-Eingangs

Dieser Kanal ermöglicht es, festzulegen, welcher digitale Eingang zum Latchen aller digitalen Eingänge verwendet werden soll, wenn diese als solche verwendet werden sollen und nicht als Zähleingänge für die Zähler.

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Wert
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_CTRL* = 0401h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Device-Index (= 2)
4	*.usIndexLast*	USHORT	= *.usIndexFirst*
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente werden nicht ausgewertet.

Der Latch-Eingang wird durch einen Schreibzugriff mit **mddx_write_channel_byte** auf den Kanal definiert:

_MC163_DIN_0_LATCH	(= 00h)	DIN-0 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_1_LATCH	(= 01h)	DIN-1 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_2_LATCH	(= 02h)	DIN-2 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_3_LATCH	(= 03h)	DIN-3 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN-4_LATCH	(= 04h)	DIN-4 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_5_LATCH	(= 05h)	DIN-5 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_6_LATCH	(= 06h)	DIN-6 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_7_LATCH	(= 07h)	DIN-7 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_8_LATCH	(= 08h)	DIN-8 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_9_LATCH	(= 09h)	DIN-9 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_10_LATCH	(= 0ah)	DIN-10 ist Latch-Eingang
_MC163_DIN_11_LATCH	(= 0bh)	DIN-11 ist Latch-Eingang

Zusätzlich muß noch eine ODER-Verknüpfung angegeben werden, wenn die negative Flanke den Latchvorgang auslösen soll und/oder der externe Latch-Eingang freigegeben werden soll:

_MC163_LATCH_NEG_EDGE	(= 20h)	Flanke zum Latchen: negativ
_MC163_LATCH_POS_EDGE	(= 00h)	Flanke zum Latchen: positiv
_MC163_LATCH_ENABLE	(= 40h)	Externer Latch-Eingang: enable
_MC163_LATCH_DISABLE	(= 00h)	Externer Latch-Eingang: disable

Welcher Eingang als Latch-Eingang definiert und freigegeben ist und welche Flanke für das Latchen verwendet wird, kann durch einen Lesezugriff mit **mddx_read_channel_byte** auf den Kanal ermittelt werden.

Definition der Funktion der digitalen Ausgänge

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Wert
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_CTRL* = 0401h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Device-Index (= 3)
4	*.usIndexLast*	USHORT	= *.usIndexFirst*
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente werden nicht ausgewertet.

Die Funktion eines digitalen Ausgangs wird durch einen Schreibzugriff mit **mddx_write_channel_byte** auf den Kanal definiert:

_MC163_DOUT_0_DIRECT	(Bit-0 = 0)	DOUT-0: digitaler Ausgang
_MC163_DOUT_0_CNT_0	(Bit-0 = 1)	DOUT-0: Ausgang von Zähler 0
_MC163_DOUT_1_DIRECT	(Bit-1 = 0)	DOUT-1: digitaler Ausgang
_MC163_DOUT_1_CNT_1	(Bit-1 = 1)	DOUT-1: Ausgang von Zähler 1
_MC163_DOUT_2_DIRECT	(Bit-2 = 0)	DOUT-2: digitaler Ausgang
_MC163_DOUT_2_CNT_2	(Bit-2 = 1)	DOUT-2: Ausgang von Zähler 2

Welcher Ausgang wie verwendet wird, kann durch einen Lesezugriff mit mddx_read_channel_byte auf den Kanal ermittelt werden.

Senden eines Steuerkommandos an einen/mehrere Zähler

Dieser Kanal ermöglicht es, Kommandos an einen oder mehrere Zähler zu senden.

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Wert
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_CTRL* = 0401h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Device-Index (= 4)
4	*.usIndexLast*	USHORT	= *.usIndexFirst*
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente werden nicht ausgewertet.

Folgende Steuerkommandos können durch einen Schreibzugriff mit **mddx_write_channel_block** ausgeführt werden. Der Block kann max. 3 Byte groß sein, so daß bis zu 3 Kommandos gesendet werden können, d.h. an jeden Zähler kann auch getrennt ein Kommando geschickt werden. Wird eine 0 eingetragen, wird kein Kommando geschickt. Jedes dieses 3 Bytes kann folgende Werte annehmen.

_MC163_CMD_START_COUNTER	(= 1)	Start eines/mehrerer Zähler
_MC163_CMD_STOP_COUNTER	(= 2)	Stop eines/mehrerer Zähler
_MC163_CMD_LOAD_COUNTER	(= 4)	Laden eines/mehrerer Zähler
_MC163_CMD_FREEZE_COUNTER	(= 8)	Latchen eines/mehrerer Zähler
_MC163_CMD_RESET_COUNTER	(= 16)	Reset eines/mehrerer Zähler

An welchen Zähler das Kommando geschickt werden soll, kann durch eine ODER-Verknüpfung angegeben werden (die Zähler sind kombinierbar):

_MC163_COUNTER_0	(= 32)	Kommando an Zähler 0 senden
_MC163_COUNTER_1	(= 64)	Kommando an Zähler 1 senden
_MC163_COUNTER_2	(= 128)	Kommando an Zähler 2 senden

Lesen des Status eines/mehrerer Zähler

Dieser Kanal ermöglicht das Lesen des Status eines/mehrerer Zähler. Die Struktur ist identisch mit der auf Seite 14-99.

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Wert
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_CTRL* = 0401h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Device-Index (= 4)
4	*.usIndexLast*	USHORT	= *.usIndexFirst*
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente werden nicht ausgewertet.

Durch einen Lesezugriff mit **mddx_read_channel_block** (max. 3 Byte) wird der Status aller drei Zähler gelesen (Byte 1 = Status von Zähler 0, Byte 2 = Status von Zähler 1 und Byte 3 = Status von Zähler 2). Der jeweils zurückgelieferte Wert hat folgende Bedeutung:

Bit	Bedeutung
0	RUN: 1 = Zähler läuft 0 = Zähler stop
1	DIRECTION (falls RUN = 1): 0 = vorwärts 1 = rückwärts
2	PRESET: 1 = neuer Wert im Counter-Preset-Register wurde noch nicht übernommen 0 = neuer Wert des Counter-Preset-Register wurde in Zähler übernommen
3	FREEZE: 1 = neuer Wert wurde im Counter-Data-Register gespeichert, aber noch nicht gelesen 0 = Wert im Counter-Data-Register wurde bereits gelesen.
4	OVERRUN: 1 = Overrun aufgetreten 0 = kein Overun aufgetreten
5-15	reserviert

Soll nur der Status von Zähler 0 gelesen werden, kann die Blocklänge mit 1 angegeben werden, soll der Status von Zähler 0 und 1 gelesen werden, kann die Blocklänge mit 2 angegeben werden.

Programmierung der Zähler

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Bedeutung
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_COUNTER* = 0601h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Index des ersten Device(= 0 bis 2)
4	*.usIndexLast*	USHORT	Index des letzten Device (= 0 bis 2)
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)
12	*.usMode*	USHORT	Betriebsart und Unterbetriebsart (s.u.)
14	*.usCounterInput*	USHORT	Zähleingang 0, Zähleingang 1, Flanken (s.u.)
16	*.usCounterOutput*	USHORT	Zählerausgang
18	*.usCommandInput*	USHORT	Steuerung des Zählers: Start, Stop, Load, Freeze und Reset
20	*.usInterrupt*	USHORT	Definition der Interruptbedingungen (s.u.)
22	*.usTime*	USHORT	Referenzfrequenz/-zeit (nur Betriebsart 5, 9 bis 12) bzw. Verzögerungszeit (nur Betriebsart 6 bis 8)
24	*.usMultiple*	USHORT	Anzahl der Periodendauermessungen

Im Strukturelement *.usMode* muß die gewünschte Betriebsart angegeben werden. Die vom M-C16-3 unterstützten Betriebsarten sind:

Betriebsart	Bezeichnung	Funktion
0	*_MC163_INACTIVE*	Zähler nicht aktiv
1	*_MC163_COUNTER_UP*	Vorwärtszähler
2	*_MC163_COUNTER_DN*	Rückwärtszähler
3	*_MC163_COUNTER_UP_DN_A*	Vor-/Rückwärtszähler Typ A
4	*_MC163_COUNTER_UP_DN_B*	Vor-/Rückwärtszähler Typ B
5	*_MC163_TIMER*	Timer
6	*_MC163_INCREMENT_A*	Inkrementalgeber Typ A
7, 8	*_MC163_INCREMENT_B*	Inkrementalgeber Typ B (Zähler 0 für Impulse in Vorwärtsrichtung, Zähler 1 für Impulse in Rückwärtsrichtung)

Betriebsart	Bezeichnung	Funktion
9	*_MC163_FREQUENCY*	Frequenzmessung
10	*_MC163_PULSEWIDTH*	Pulsbreitenmessung
11	*_MC163_PERIOD*	Periodendauermessung
12	*_MC163_VELOCITY*	Geschwindigkeitsmessung
4096	*_MC163_MULTIPLE_PERIOD*	Fortlaufende Periodendauermessung

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 1, 2, 3 und 4:

32	*_MC163_AUTOSTART*	Autostart

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 5:

32	*_MC163_AUTOSTART*	Autostart
64	*_MC163_CONTINUE*	Continue (automatisches Reload nach Nulldurchgang)
128	*_MC163_EXTERN*	Zähltakt kommt von externem Eingang

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 6:

32	*_MC163_AUTOSTART*	Autostart
0	*_MC163_SINGLE_A*	Flankenauswertung: Mode Single Phase A
64	*_MC163_SINGLE_B*	Flankenauswertung: Mode Single Phase B
128	*_MC163_DOUBLE_A*	Flankenauswertung: Mode Double Phase A
192	*_MC163_DOUBLE_B*	Flankenauswertung: Mode Double Phase B
256	*_MC163_QUADRUPLE*	Flankenauswertung: Mode Quadruple

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 7 und 8:

0	*_MC163_SINGLE_A*	Flankenauswertung: Mode Single Phase A
64	*_MC163_SINGLE_B*	Flankenauswertung: Mode Single Phase B
128	*_MC163_DOUBLE_A*	Flankenauswertung: Mode Double Phase A
192	*_MC163_DOUBLE_B*	Flankenauswertung: Mode Double Phase B
256	*_MC163_QUADRUPLE*	Flankenauswertung: Mode Quadruple

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 9:

32	*_MC163_AUTOSTART*	Autostart
64	*_MC163_CONTINUE*	Continue (automatisches Reload nach Nulldurchgang)
128	*_MC163_EXTERN*	Gate kommt von extern
256	*_MC163_AUTOFREEZE*	Automatisches Freeze am Ende einer Messung
512	*_MC163_AUTORESET*	Automatisches Rücksetzen des Zählers am Ende einer Messung
1024	*_MC163_AUTOLOAD*	Automatisches Load am Ende einer Messung
2048	*_MC163_OVERRIDE*	Der alte Zählerwert wird bei Freeze überschrieben

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 10, 11 und 12:

32	*_MC163_AUTOSTART*	Autostart
64	*_MC163_CONTINUE*	Continue (automatisches Reload nach Nulldurchgang)
128	*_MC163_EXTERN*	Referenzfrequenz kommt von extern (nur bei Betriebsart 10 und 11)
256	*_MC163_AUTOFREEZE*	Automatisches Freeze am Ende einer Messung
512	*_MC163_AUTORESET*	Automatisches Rücksetzen des Zählers am Ende einer Messung
1024	*_MC163_AUTOLOAD*	Automatisches Load am Ende einer Messung
2048	*_MC163_OVERRIDE*	Der alte Zählerwert wird bei Freeze überschrieben

Zusätzlich kann angegeben werden, ob Zähler kaskadiert werden sollen:

8192	*_MC163_CASCADE_0_1*	Zähler 0 und Zähler 1 kaskadieren
16384	*_MC163_CASCADE_1_2*	Zähler 1 und Zähler 2 kaskadieren
32768	*_MC163_CASCADE_0_1_2*	Zähler 0 bis 2 kaskadieren

Im Strukturelement *.usCounterInput* muß angegeben werden, welche digitalen Eingänge mit Zähleingängen eines Zählers verbunden werden sollen. Die vom M-C16-3 unterstützten Verbindungen sind:

_MC163_DIN_0_1_CNT_0	= 0	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-0 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-1 verbinden
_MC163_DIN_2_3_CNT_0	= 4096	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-2 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-3 verbinden
_MC163_DIN_4_5_CNT_0	= 8192	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-4 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-5 verbinden
_MC163_DIN_6_7_CNT_0	= 12288	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-6 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-7 verbinden
_MC163_DIN_8_9_CNT_0	= 16384	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-8 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-9 verbinden
_MC163_DIN_10_11_CNT_0	= 20480	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-10 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-11 verbinden
_MC163_DIN_6_CNT_1	= 24576	Zähleingang 0 von Zähler 1 mit externem Eingang DIN-6 verbinden
_MC163_CNT_0_CNT_1	= 28672	Zähleingang 0 von Zähler 1 mit Zähleingang 1 von Zähler 0 verbinden
_MC163_DIN_4_CNT_2	= 32768	Zähleingang 0 von Zähler 2 mit externem Eingang DIN-4 verbinden
_MC163_CNT_0_CNT_2	= 36864	Zähleingang 0 von Zähler 2 mit Zähleingang 0 von Zähler 0 verbinden

Zusätzlich kann noch eine ODER-Verknüpfung angegeben werden, wenn das Eingangssignal am externen digitalen Eingang invertiert werden soll:

_MC163_DIN_0_INV	= 1	Eingang DIN-0 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_1_INV	= 2	Eingang DIN-1 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_2_INV	= 4	Eingang DIN-2 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_3_INV	= 8	Eingang DIN-3 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_4_INV	= 16	Eingang DIN-4 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_5_INV	= 32	Eingang DIN-5 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_6_INV	= 64	Eingang DIN-6 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_7_INV	= 128	Eingang DIN-7 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_8_INV	= 256	Eingang DIN-8 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_9_INV	= 512	Eingang DIN-9 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_10_INV	= 1024	Eingang DIN-10 invertieren/aktive Flanke ist negativ
_MC163_DIN_11_INV	= 2048	Eingang DIN-11 invertieren/aktive Flanke ist negativ

Im Strukturelement *.usCounterOutput* muß angegeben werden, ob ein digitaler Ausgang mit einem Zähler verbunden ist:

_MC163_DOUT_0_CNT_0	= 1	DOUT-0 wird als Ausgang für Zähler 0 benutzt
_MC163_DOUT_1_CNT_1	= 2	DOUT-1 wird als Ausgang für Zähler 1 benutzt
_MC163_DOUT_2_CNT_2	= 4	DOUT-2 wird als Ausgang für Zähler 2 benutzt

Im Strukturelement *.usCommandInput* muß die Konfiguration der Steuereingänge Start, Stop, Load, Freeze und Reset definiert werden.

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Start** sind:

_MC163_NO_START	= 0	Start wird nicht über externen Eingang gesteuert
_MC163_START_DIN_0	= 16	Start wird über externen Eingang DIN-0 gesteuert
_MC163_START_DIN_1	= 32	Start wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
_MC163_START_DIN_2	= 48	Start wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Stop** sind:

_MC163_NO_STOP	= 0	Stop wird nicht über externen Eingang gesteuert
_MC163_STOP_DIN_1	= 64	Stop wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
_MC163_STOP_DIN_2	= 128	Stop wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert
_MC163_STOP_DIN_3	= 192	Stop wird über externen Eingang DIN-3 gesteuert
_MC163_NO_STOP_UFL	= 0	Stop wird nicht bei Unterlauf des Zählers 0 ausgelöst
_MC163_STOP_UFL_CNT_0	= 256	Stop wird bei Unterlauf des Zählers 0 ausgelöst
_MC163_STOP_UFL_CNT_1	= 512	Stop wird bei Unterlauf des Zählers 0 ausgelöst
_MC163_STOP_UFL_CNT_2	= 768	Stop wird bei Unterlauf des Zählers 0 ausgelöst

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Load** sind:

_MC163_NO_LOAD	= 0	Load wird nicht über externen Eingang gesteuert
_MC163_LOAD_DIN_0	= 1024	Load wird über externen Eingang DIN-0 gesteuert
_MC163_LOAD_DIN_1	= 2048	Load wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
_MC163_LOAD_DIN_2	= 3072	Load wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Freeze** sind:

_MC163_NO_FREEZE	= 0	Freeze wird nicht über externen Eingang gesteuert
_MC163_FREEZE_DIN_1	= 4096	Freeze wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
_MC163_FREEZE_DIN_2	= 8192	Freeze wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert
_MC163_FREEZE_DIN_3	= 12288	Freeze wird über externen Eingang DIN-3 gesteuert

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Reset** sind:

_MC163_NO_RESET	= 0	Reset wird nicht über externen Eingang gesteuert
_MC163_RESET_DIN_0	= 16384	Reset wird über externen Eingang DIN-0 gesteuert
_MC163_RESET_DIN_1	= 32768	Reset wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
_MC163_RESET_DIN_2	= 49152	Reset wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert

Zusätzlich kann noch eine ODER-Verknüpfung angegeben werden, wenn das Eingangssignal am externen Eingang invertiert werden soll:

_MC163_DIN_0_INV	= 1	Eingangsignal an DIN-0 invertieren.
_MC163_DIN_1_INV	= 2	Eingangsignal an DIN-1 invertieren.
_MC163_DIN_2_INV	= 4	Eingangsignal an DIN-2 invertieren.
_MC163_DIN_3_INV	= 8	Eingangsignal an DIN-3 invertieren.

Die einzelnen Steuerfunktionen für Start, Stop, Load, Freeze und Reset können durch eine ODER-Verknüpfung verbunden werden.

Im Strukturelement *.usInterrupt* muß angegeben werden, welche Bedingung, z.B. Unter-/Überlauf eines Zählers, einen Interrupt auslösen soll. Die vom M-C16-3 unterstützten Interruptbedingungen für die Zähler sind:

_MC163_NO_INT	(= 0)	Keinen Interrupt auslösen
_MC163_INT_CNT_0_UFL	(= 1)	Interrupt auslösen, wenn Unterlauf des Zählers 0
_MC163_INT_CNT_0_OVL	(= 2)	Interrupt auslösen, wenn Überlauf des Zählers 0
_MC163_INT_CNT_0_END	(= 4)	Interrupt auslösen, wenn Messung zu Ende
_MC163_INT_CNT_0_INVALID	(= 8)	Interrupt auslösen, wenn Messung ungültig
_MC163_INT_CNT_1_UFL	(= 16)	Interrupt auslösen, wenn Unterlauf des Zählers 1
_MC163_INT_CNT_1_OVL	(= 32)	Interrupt auslösen, wenn Überlauf des Zählers 1
_MC163_INT_CNT_1_END	(= 64)	Interrupt auslösen, wenn Messung zu Ende
_MC163_INT_CNT_2_UFL	(= 128)	Interrupt auslösen, wenn Unterlauf des Zählers 2
_MC163_INT_CNT_2_OVL	(= 256)	Interrupt auslösen, wenn Überlauf des Zählers 2
_MC163_INT_CNT_2_END	(= 512)	Interrupt auslösen, wenn Messung zu Ende

Die einzelnen Interruptbedingungen können durch eine ODER-Verknüpfung verbunden werden.

Im Strukturelement *.usTime* muß eine Referenzfrequenz/Referenzzeit angegeben werden, wenn eine der Betriebsarten Timer, Frequenzmessung, Pulsbreitenmessung, Periodendauermessung oder Geschwindigkeitsmessung in Strukturelement *.usMode* angegeben wird bzw. eine Verzögerungszeit, wenn eine Betriebsart mit dem Inkrementalgeber angeben wird.

Wert	Bezeichnung	Referenzfrequenz	Bezeichnung	Referenzzeit/ Verzögerungszeit
0	*MC163_NO_FREQ*	Keine	*MC163_NO_PERIOD*	Keine
2	*MC163_10_MHZ*	10 MHz	*MC163_100_NS*	100 ns
3	*MC163_5_MHZ*	5 MHz	*MC163_200_NS*	200 ns
4	*MC163_2_MHZ*	2 MHz	*MC163_500_NS*	500 ns
5	*MC163_1_MHZ*	1 MHz	*MC163_1_US*	1 µs
6	*MC163_500_KHZ*	500 KHz	*MC163_2_US*	2 µs
7	*MC163_200_KHZ*	200 KHz	*MC163_5_US*	5 µs
8	*MC163_100_KHZ*	100 KHz	*MC163_10_US*	10 µs
9	*MC163_50_KHZ*	50 KHz	*MC163_20_US*	20 µs
10	*MC163_20_KHZ*	20 KHz	*MC163_50_US*	50 µs
11	*MC163_10_KHZ*	10 KHz	*MC163_100_US*	100 µs
12	*MC163_5_KHZ*	5 KHz	*MC163_200_US*	200 µs
13	*MC163_2_KHZ*	2 KHz	*MC163_500_US*	500 µs
14	*MC163_1_KHZ*	1 KHz	*MC163_1_MS*	1 ms
15	*MC163_500_HZ*	500 Hz	*MC163_2_MS*	2 ms
15	*MC163_200_HZ*	200 Hz	*MC163_5_MS*	5 ms
17	*MC163_100_HZ*	100 Hz	*MC163_10_MS*	10 ms
18	*MC163_50_HZ*	50 Hz	*MC163_20_MS*	20 ms
19	*MC163_20_HZ*	20 Hz	*MC163_50_MS*	50 ms
20	*MC163_10_HZ*	10 Hz	*MC163_100_MS*	100 ms

Das Lesen der Zähler erfolgt durch einen Lesezugriff auf den Kanal mit **mddx_read_channel_word**, **mddx_read_channel_dword** oder **mddx_read_-channel_block**. Der jeweilige Datentyp resultiert aus der Bitbreite des ausgewählten Zählers (16 Bit: WORD, 32 Bit: DWORD, 48 Bit: BLOCK aus 6 BYTE) und der verwendeten Betriebsart (Multiple Periodendauermessung, Zähler kaskadiert: BLOCK aus 6 Byte, Multiple Periodendauermessung, nicht kaskadiert: DWORD, Counter 0 und 1 bzw. 1 und 2 kaskadiert: DWORD, alle Counter kaskadiert: BLOCK, Incremental Mode B: DWORD). Vorher muß der Kanal per Software oder von extern gelatched werden.

Durch einen entsprechenden Schreibzugriff auf den Kanal kann das Device auf einen Anfangswert vorgesetzt werden. Die Übernahme erfolgt per Software oder von extern.

Nachfolgend einige Beispiele, wie die Strukturelemente bei unterschiedlichen Konfigurationen initialisiert werden müssen:

Beispiel 1: Vorwärtszähler

Verwendet wird der Zähler 0 und der digitale Eingang DIN-2. Der Zähler soll über eine positive Flanke am digitalen Eingang DIN-0 gestartet werden und ein Überlauf soll einen Interrupt erzeugen.

Initialisierung der Strukturelemente:

```
.usDevice =          DEVICE_COUNTER
.usIndexFirst =      0
.usIndexLast =       0
.usFlags =           0
.usReadMode =        IO_MODE_DIRECT
.usWriteMode =       IO_MODE_DIRECT
.usMode =            _MC163_COUNTER_UP
.usCounterInput =    _MC163_DIN_2_3_CNT_0
.usCommandInput =    _MC163_START_DIN_0+
                     _MC163_NO_STOP+
                     _MC163_NO_STOP_UFL+
                     _MC163_NO_LOAD+
                     _MC163_NO_FREEZE+
                     _MC163_NO_RESET+
                     _MC163_DIN_0_INV
.usInterrupt =       _MC163_INT_CNT_0_OVL
.usTime =            0
```

Beispiel 2: Rückwärtszähler

Verwendet wird der Zähler 2 und der digitale Eingang DIN-4. Der Zähler soll über eine negative Flanke am digitalen Eingang DIN-2 bzw. bei Unterlauf von Zähler 0 angehalten werden und bei Unterlauf soll kein Interrupt erzeugt werden. Der Zähler soll auf einen Wert vorgesetzt werden, der automatisch übernommen werden soll.

Initialisierung der Strukturelemente:

```
.usDevice =          DEVICE_COUNTER
.usIndexFirst =      2
.usIndexLast =       2
.usFlags =           0
.usMode =            _MC163_COUNTER_DN+
```

	_MC163_AUTOSTART
.usCounterInput =	_MC163_DIN_4_CNT_2
.usCommandInput =	_MC163_STOP_DIN_2+
	_MC163_STOP_UFL_CNT_0+
	_MC163_NO_START+
	_MC163_NO_LOAD+
	_MC163_NO_FREEZE+
	_MC163_NO_RESET+
	_MC163_DIN_2_INV
.usInterrupt =	_MC163_NO_INTERRUPT
.usTime =	0

Beispiel 3: Frequenzmessung

Verwendet werden sollen Zähler 0 und Zahler 1 (kaskadiert), die digitalen Eingänge DIN-0 und DIN-1 sollen Zähleingänge sein. Die Referenzzeit soll 1 ms betragen. Am Ende der Messung soll der Zählerstand automatisch in das Latch übertragen werden und der Zähler wieder zurückgesetzt werden. Das Ende der Messung soll einen Interrupt auslösen.

Initialisierung der Strukturelemente:

.usDevice =	DEVICE_COUNTER
.usIndexFirst =	0
.usIndexLast =	1
.usFlags =	0
.usReadMode =	IO_MODE_DIRECT
.usWriteMode =	IO_MODE_DIRECT
.usMode =	_MC163_FREQUENCY+
	_MC163_CASCADE_0_1+
	_MC163_AUTOFREEZE+
	_MC163_AUTORESET
.usCounterInput =	_MC163_DIN_0_1_CNT_0
.usCommandInput =	_MC163_NO_CTRL
.usInterrupt =	_MC163_INT_CNT_0_END
.usTime =	_MC163_1_MS

Beispiel 4: Inkrementalgeberinterface

Verwendet werden soll der Zähler 0, die digitalen Eingänge DIN-4 und DIN-5 sollen Zähleingänge sein. Die Flanken sollen vierfach ausgewertet werden. Die Referenzzeit soll 100 ns betragen. Gestartet und geladen werden soll der Zähler über den externen Eingang DIN-0, angehalten durch den externen Eingang DIN-1, gelactched durch den externen Eingang DIN-3 und zurückgesetzt durch den externen Eingang DIN-2. Ein Interrupt soll bei Über- und Unterlauf des Zählers ausgelöst werden.

```
.usDevice =          DEVICE_COUNTER
.usIndexFirst =      0
.usIndexLast =       0
.usFlags =           0
.usReadMode =        IO_MODE_DIRECT
.usWriteMode =       IO_MODE_DIRECT
.usMode =            _MC163_INCREMENT_A+
                     _MC163_QUADRUPLE
.usCounterInput =    _MC163_DIN_4_5_CNT_0+
                     _MC163_DIN_4_INV
.usCommandInput =    _MC163_START_DIN_0+
                     _MC163_STOP_DIN_1+
                     _MC163_LOAD_DIN_0+
                     _MC163_FREEZE_DIN_3+
                     _MC163_RESET_DIN_2
.usInterrupt =       _MC163_INT_CNT_0_OVL+
                     _MC163_INT_CNT_0_UFL
.usTime =            _MC163_100_NS
```

Programmierung der digitalen Ausgänge

Das Modul M-C16-3 besitzt 4 digitale Ausgänge (DOUT-0 bis DOUT-3), die direkt gesetzt werden können, wenn sie nicht als Zählerausgänge verwendet werden.

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Bedeutung
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_DOUT* = 0102h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Index des ersten Device(= 0 bis 3)
4	*.usIndexLast*	USHORT	Index des letzten Device (= 0 bis 3)
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_RAM* = 4 (aus RAM)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente müssen = 0 gesetzt werden.

Das Setzen des Ausgänge erfolgt durch einen Schreibzugriff mit **mddx_write_channel_byte** auf den Kanal. Durch einen entsprechenden Lesezugriff kann der aktuell ausgegebene Wert ermittelt werden.

Programmierung der digitalen Eingänge

Das Modul M-C16-3 besitzt 12 digitale Eingänge (DIN-0 bis DIN-11), die direkt gelesen werden können, wenn sie nicht als Zählereingänge verwendet werden.

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Bedeutung
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_DIN* = 0101h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Index des ersten Device(= 0 bis 11)
4	*.usIndexLast*	USHORT	Index des letzten Device (= 0 bis 11)
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus:
			IO_MODE_DIRECT = 1 (direkt) *IO_MODE_LATCH* = 2 (aus Latch)

Alle anderen Strukturelemente müssen = 0 gesetzt werden.

Das Lesen der Eingänge erfolgt je nach Anzahl Devices durch einen Lesezugriff mit **mddx_read_channel_byte** bzw. **mddx_read_channel_word** (>8 Devices) auf den Kanal.

Programmierung der LEDs

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Bedeutung
0	*.usDevice*	USHORT	Device-Typ: *DEVICE_LED* = 0402h
2	*.usIndexFirst*	USHORT	Index des ersten Device(= 0 bis 1)
4	*.usIndexLast*	USHORT	Index des letzten Device (= 0 bis 1)
6	*.usFlags*	USHORT	Flags:
			Bit 0: *_CP_EXCLUSIVE* = 1 (exklusiv)
			Alle anderen Bits = 0.
8	*.usReadMode*	USHORT	Lesemodus: *IO_MODE_RAM* = 4 (aus RAM)
10	*.usWriteMode*	USHORT	Schreibmodus: *IO_MODE_DIRECT* = 1 (direkt)

Alle anderen Strukturelemente müssen = 0 gesetzt werden.

Das Setzen der LEDs erfolgt durch einen Schreibzugriff mit **mddx_write_channel_byte** auf den Kanal, folgende Parameterwerte sind möglich:

_MC163_NO_LED	= 0	Keine LED einschalten
_MC163_LED_0	= 1	LED-0 einschalten
_MC163_LED_1	= 2	LED-1 einschalten

Durch einen Lesezugriff mit **mddx_read_channel_byte** kann die aktuell eingeschaltete LED ermittelt werden.

Zusätzliche Parameter des Modul-Device-Treibers

Die zusätzlichen Parameter des Modul-Device-Treibers dienen dazu, anwenderspezifische Prozeduren aufrufen zu können, wenn der Modul-Device-Treiber als II-Task installiert wurde, weil Reaktionen auf Interrupts des Moduls ermöglicht werden sollen. Die Parameter definieren die Prozedur-Nr. und Task-Nr. einer Anwendertask.

Ofs	Typ	Bedeutung
32	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-0 ausgelöst wurde.
34	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 32 angegeben ist, enthält
36	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-1 ausgelöst wurde.
38	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 36 angegeben ist, enthält
40	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-2 ausgelöst wurde.
42	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 40 angegeben ist, enthält
44	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-3 ausgelöst wurde.
46	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 44 angegeben ist, enthält
48	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-4 oder durch Zähler 2 (Überlauf) ausgelöst wurde.
50	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 48 angegeben ist, enthält
52	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-5 oder durch Zähler 2 (Unterlauf bzw. Ende der Messung) ausgelöst wurde.
54	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 52 angegeben ist, enthält
56	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-6 oder durch Zähler 1 (Überlauf) ausgelöst wurde.
58	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 56 angegeben ist, enthält
60	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-7 oder durch Zähler 1 (Unterlauf bzw. Ende der Messung) ausgelöst wurde.
62	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 60 angegeben ist, enthält
64	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-8 ausgelöst wurde.

Ofs	Typ	Bedeutung
66	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 64 angegeben ist, enthält
68	USHORT	14. Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-9 ausgelöst wurde.
70	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 68 angegeben ist, enthält
72	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-10 ausgelöst wurde.
74	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 72 angegeben ist, enthält
76	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch ein Flanke am externen Eingang DIN-11 ausgelöst wurde.
78	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 76 angegeben ist, enthält
80	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch Zähler 0 (Überlauf) ausgelöst wurde.
82	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 80 angegeben ist, enthält
84	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch Zähler 0 (Unterlauf bzw. Ende der Messung) ausgelöst wurde.
86	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 84 angegeben ist, enthält
88	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch Zähler 0 (Ende der Messung) ausgelöst wurde.
90	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 88 angegeben ist, enthält
92	USHORT	Nr. der Prozedur, die aufgerufen werden soll, wenn ein Interrupt durch Zähler 0 (Meßwert ungültig) ausgelöst wurde.
94	USHORT	Nr. der Task, die die Prozedur, die in Parameter 92 angegeben ist, enthält
96	USHORT	Service-Request-Wort, das zum PC geschickt werden soll, wenn ein Interrupt ausgelöst wurde (nur Bit 0 bis Bit 7 definieren, Bit 8 bis 15 entsprechen der Nummer des Interrupts, der ausgelöst wurde.
98	USHORT	Acknowledge vom PC (= Rücksetzen auf 0), wenn PC Service-Request bearbeitet hat

Wenn die oben aufgeführten Parameter verwendet werden, muß nach dem Setzen der Parameter und vor dem Öffnen irgendeines Kanals die Prozedur 2 (User-Init) des Modul-Device-Treibers aufgerufen werden.

Hochsprachenbibliothek

Wie die Bibliothek eingebunden und verwendet wird, finden Sie in der Einführung im Abschnitt 'Hochsprachenbibliotheken'. Der Name der Bibliothek (*libname*) lautet **M047_LIB**, Sie finden sie im Verzeichnis (*pathname*) **SPB_MOD\BIB\M-C16-3**. Vor allen anderen Routinen muß die Prozedur **m047_bib_startup** einmal aufgerufen werden.

m047_bib_startup — Initialisiere Modulbibliothek

Pascal	PROCEDURE m047_bib_startup (micro_slot: byte);
C	void EXPORT m047_bib_startup (byte micro_slot);
Funktion	Diese Prozedur initialisiert die Modulbibliothek M047_LIB. Es werden u.a. die Initialisierungsdaten aus dem EEPROM des M-C16-3 Moduls übernommen.

m047_set_conf_eeprom — Setze EEPROM-Konfiguration

Pascal	PROCEDURE m047_set_conf_eeprom (micro_slot: byte);
C	void EXPORT m047_set_conf_eeprom (byte micro_slot);
Funktion	Diese Prozedur setzt die Konfiguration so, wie sie im EEPROM des Moduls angegeben ist. Default-Einstellungen nach dem Reset der Karte werden übernommen.

m047_select_irq Anwahl der Interrupt-Leitung zur Basiskarte

Pascal PROCEDURE m047_select_irq (micro_slot: byte; irqchannel: byte; irqedge: byte);

C void EXPORT m047_select_irq (byte micro_slot, byte irqchannel, byte irqedge);

Funktion Diese Prozedur wählt eine Interrupt-Leitung der Basiskarte an, über die ein Interrupt ausgelöst werden soll. Zusätzlich kann definiert werden, welche Flanke auf dieser Leitung den Interrupt auslösen soll.

Parameter *irqchannel*: Nummer der Interrupt-Leitung:

Wert	Konstante	Bedeutung
0	M047_NO_IRQ	Keine Interrupt-Leitung angewählt
1	M047_IRQ_A	Interrupt-Leitung IRQ-A angewählt.
2	M047_IRQ_B	Interrupt-Leitung IRQ-B angewählt.
3	M047_IRQ_C	Interrupt-Leitung IRQ-C angewählt.
4	M047_IRQ_D	Interrupt-Leitung IRQ-D angewählt.
5	M047_IRQ_E	Interrupt-Leitung IRQ-E angewählt.
6	M047_IRQ_F	Interrupt-Leitung IRQ-F angewählt.
7	M047_IRQ_NMI	Interrupt-Leitung NMI angewählt

irqedge: spezifiziert die Flanke, die den Interrupt auslösen soll:

Wert	Konstante	Bedeutung
0	M047_IRQ_POS_EDGE	Aktive Flanke: positiv
16	M047_IRQ_NEG_EDGE	Aktive Flanke: negativ

m047_get_selected_irq Lies angewählte Interrupt-Leitung

Pascal PROCEDURE m047_get_selected_irq (micro_slot: byte; var irqchannel: byte; var irqedge: byte);

C void EXPORT m047_get_selected_irq (byte micro_slot, byte *irqchannel, byte *irqedge);

Funktion Die Prozedur liefert die angewählte Interrupt-Leitung und die eingestellte Flanke zurück.

Parameter *irqchannel*: Nummer der Interrupt-Leitung (siehe **m047_select_irq**).

irqedge: Flanke, die einen Interrupt auslöst.

m047_mask_interrupt Maskiere/Demaskiere Interrupt-Eingänge

Pascal PROCEDURE m047_mask_interrupt (micro_slot: byte;
intchannel: word);

C void EXPORT m047_mask_interrupt (byte micro_slot,
ushort intchannel);

Funktion Diese Prozedur maskiert/demaskiert einen oder mehrere Interrupt-Eingänge auf dem Modul M-C16-3.

Parameter *intchannel:* Interrupt-Eingang, der maskiert bzw. demaskiert werden soll:

Bit	Nicht gesetzt (=0)	Gesetzt (= 1)
0	Eingang INT-0 maskiert	Eingang INT-0 demaskiert
1	Eingang INT-1 maskiert	Eingang INT-1 demaskiert
2	Eingang INT-2 maskiert	Eingang INT-2 demaskiert
3	Eingang INT-3 maskiert	Eingang INT-3 demaskiert
4	Eingang INT-4 maskiert	Eingang INT-4 demaskiert
5	Eingang INT-5 maskiert	Eingang INT-5 demaskiert
6	Eingang INT-6 maskiert	Eingang INT-6 demaskiert
7	Eingang INT-7 maskiert	Eingang INT-7 demaskiert
8	Eingang INT-8 maskiert	Eingang INT-8 demaskiert
9	Eingang INT-9 maskiert	Eingang INT-9 demaskiert
10	Eingang INT-10 maskiert	Eingang INT-10 demaskiert
11	Eingang INT-11 maskiert	Eingang INT-11 demaskiert
12	Eingang INT-12 maskiert	Eingang INT-12 demaskiert
13	Eingang INT-13 maskiert	Eingang INT-13 demaskiert
14	Eingang INT-14 maskiert	Eingang INT-14 demaskiert
15	Eingang INT-15 maskiert	Eingang INT-15 demaskiert

m047_set_int_edge Definiere Flanke für Interrupt-Eingänge

Pascal PROCEDURE m047_set_int_edge (micro_slot: byte; intedge: word);

C void EXPORT m047_set_int_edge (byte micro_slot, ushort intedge);

Funktion Diese Prozedur definiert, welche Flanke (pos. oder neg.) an einem externen Eingang einen Interrupt auslösen soll.

Parameter *intedge*: Flanke, die den Interrupt auslösen soll:

Bit	Nicht gesetzt (=0)	Gesetzt (= 1)
0	Pos. Flanke an Eingang DIN-0 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-0 löst Interrupt aus
1	Pos. Flanke an Eingang DIN-1 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-1 löst Interrupt aus
2	Pos. Flanke an Eingang DIN-2 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-2 löst Interrupt aus
3	Pos. Flanke an Eingang DIN-3 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-3 löst Interrupt aus
4	Pos. Flanke an Eingang DIN-4 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-4 löst Interrupt aus
5	Pos. Flanke an Eingang DIN-5 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-5 löst Interrupt aus
6	Pos. Flanke an Eingang DIN-6 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-6 löst Interrupt aus
7	Pos. Flanke an Eingang DIN-7 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-7 löst Interrupt aus
8	Pos. Flanke an Eingang DIN-8 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-8 löst Interrupt aus
9	Pos. Flanke an Eingang DIN-9 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-9 löst Interrupt aus
10	Pos. Flanke an Eingang DIN-10 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-10 löst Interrupt aus
11	Pos. Flanke an Eingang DIN-11 löst Interrupt aus	Neg. Flanke an Eingang DIN-11 löst Interrupt aus

m047_get_interrupt Lies Interrupt-Konfiguration

Pascal PROCEDURE m047_get_interrupt (micro_slot: byte;
var intchannel: byte; var intedge: byte);

C void EXPORT m047_get_interrupt (byte micro_slot,
byte *intchannel, byte *intedge);

Funktion Die Prozedur ermittelt die Interrupt-Leitungen, die maskiert bzw. demaskiert sind, sowie die zugehörige Flanke, die einen Interrupt auslöst (siehe **m047_mask_interrupt** und **m047_set_int_edge**).

Parameter *intchannel*: Maske: Bit-0 enthält Zustand der Interrupt-Leitung INT-0, Bit-1 Zustand von INT-1, etc., Bit = 0: Interrupt maskiert, Bit = 1: Interrupt demaskiert.

intedge: Maske: Bit-0 enthält Polarität der Flanke für Interrupt-Leitung INT-0, Bit-1 für INT-1, etc., Bit = 0. positive Flanke eingestellt, Bit = 1: negative Flanke eingestellt.

m047_define_latch_input Definiere Latch-Eingang

Pascal PROCEDURE m047_define_latch_input (micro_slot: byte; channel: byte; edge: byte; enable: byte);

C void EXPORT m047_define_latch_input (byte micro_slot, byte channel, byte edge, enable: byte);

Funktion Diese Prozedur legt fest, welcher externe digitale Eingang zum Latchen für alle digitalen Eingänge verwendet werden soll, wenn diese nur als solche verwendet werden und nicht als Zähleingänge für Zähler.

Parameter *channel*: Nummer des digitalen Eingang, der zum Latchen verwendet werden soll (0 = DIN-0, 1 = DIN-1, ..., 11 = DIN-11).

edge: Flanke, die das Latchen auslösen soll:

Wert	Konstante	Bedeutung
0	M047_LATCH_POS_EDGE	Aktive Flanke: positiv
32	M047_LATCH_NEG_EDGE	Aktive Flanke: negativ

enable: Externen Eingang freigeben:

Wert	Konstante	Bedeutung
0	M047_LATCH_DISABLE	Eingang sperren
64	M047_LATCH_ENABLE	Eingang freigeben

m047_get_latch_input Lies Eingang, der latcht

Pascal PROCEDURE m047_get_latch_input (micro_slot: byte;
var channel: byte; var edge: byte; var enable: byte);

C void EXPORT m047_get_latch_input (byte micro_slot,
byte *channel, byte *edge, byte *enable);

Funktion Die Prozedur ermittelt die Nummer des digitalen Eingangs, der als Latch-Eingang definiert wurde, sowie die Flanke, die das Latchen auslöst.

Parameter
channel: Nummer des digitalen Eingangs, der zum Latchen verwendet wird (0 = DIN-0, 1 = DIN-1,.., 11 = DIN-11).

edge: Flanke, die das Latchen auslöst.

enable: Zustand des digitalen Eingangs (freigegeben oder gesperrt).

m047_define_output Definiere Funktion der Ausgänge

Pascal PROCEDURE m047_define_output (micro_slot: byte;
outputfunc: byte);

C void EXPORT m047_define_output (byte micro_slot,
byte outputfunc);

Funktion Diese Prozedur legt fest, welche Funktion ein externer digitaler Ausgang haben soll.

Parameter
outputfunc: Maske (Bit-0 bis Bit-3): Bit-0 definiert die Funktion von Ausgang DOUT-0, Bit-1 von DOUT-1, etc., Bit = 0: digitaler Ausgang, Bit = 1: Ausgang ist Zählerausgang

m047_get_outputfunc Lies Funktion eines Ausgangs

Pascal
```
PROCEDURE m047_get_outputfunc (micro_slot: byte;
var outputfunc: byte);
```

C
```
void EXPORT m047_get_outputfunc (byte micro_slot,
byte *outputfunc);
```

Funktion Die Prozedur liefert die Funktion der digitalen Ausgänge (siehe **m047_define_output**).

Parameter *outputfunc*: Maske, die die Funktion der digitalen Ausgänge definiert.

m047_counter_config Konfiguriere Zähler

Pascal PROCEDURE m047_counter_config (micro_slot: byte;
var config: m047_config_struct);

C void EXPORT m047_counter_config (byte micro_slot,
m047_config_struct *config);

Funktion Die Prozedur definiert die Funktion der/des Zähler/s.

Parameter *config*: Adresse einer Struktur, die die Konfiguration für den/die Zähler enthält.

Feld	Datentyp	Bedeutung
.IndexFirst	Word	Index des ersten Zählers (0 bis 2)
.IndexLast	Word	Index des letzten Zählers (0 bis 2)
.Mode	Word	Betriebsart und Unterbetriebsart
.CounterInput	Word	Zähleingang 0 (benutzt bei Vorwärtszähler, Rückwärtszähler, Vor-/Rückwärtszähler, Timer, Inkrementalgeber, Frequenzmessung, Pulsbreitenmessung, Periodendauermessung, Geschwindigkeitsmessung) und auslösende Flanke
		Zähleingang 1 (benutzt bei Vor-/Rückwärtszähler, Inkrementalgeber, Frequenzmessung, Pulsbreitenmessung, Periodendauermessung, Geschwindigkeitsmessung) und auslösende Flanke
.CounterOutput	Word	Zählerausgang
.CommandInput	Word	Steuerung des Zählers (Start, Stop, Load, Freeze und Reset).
.Interrupt	Word	Definition des Interrupts
.Time	Word	Referenzfrequenz/Referenzzeit (benutzt bei Timer, Frequenzmessung, Pulsbreitenmessung, Periodendauermessung, Geschwindigkeitsmessung) bzw. Verzögerungszeit (benutzt bei Inkrementalgeber)
.Multiple	Word	Anzahl der Periodendauermessungen

Mögliche Werte für Parameter **.Mode** (in Struktur m047_config_struct); Betriebsart, Unterbetriebsart und ggf. Kaskadierung müssen angegeben werden.

Wert	Betriebsart	Bezeichnung	Funktion
0	0	M047_INACTIVE	Zähler nicht aktiv
1	1	M047_COUNTER_UP	Vorwärtszähler
2	2	M047_COUNTER_DN	Rückwärtszähler
3	3	M047_COUNTER_UP_DN_A	Vor-/Rückwärtszähler Typ A
4	4	M047_COUNTER_UP_DN_B	Vor-/Rückwärtszähler Typ B
5	5	M047_TIMER	Timer
6	6	M047_INCREMENT_A	Inkrementalgeber Typ A
7	7, 8	M047_INCREMENT_B	Inkrementalgeber Typ B (Zähler 0 für Impulse in Vorwärtsrichtung, Zähler 1 für Impulse in Rückwärtsrichtung)
9	9	M047_FREQUENCY	Frequenzmessung
10	10	M047_PULSEWIDTH	Pulsbreitenmessung
11	11	M047_PERIOD	Periodendauermessung
12	12	M047_VELOCITY	Geschwindigkeitsmessung
4096		M047_MULTIPLE_PERIOD	Fortlaufende Periodendauermessung

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 1, 2, 3 und 4:

Wert	Bezeichnung	Funktion
32	M047_AUTOSTART	Autostart

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 5:

Wert	Bezeichnung	Funktion
32	M047_AUTOSTART	Autostart
64	M047_CONTINUE	Continue (automatisches Reload nach Null-durchgang)
128	M047_EXTERN	Zähltakt kommt von externem Eingang

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 6:

Wert	Bezeichnung	Funktion
32	M047_AUTOSTART	Autostart
0	M047_SINGLE_A	Flankenauswertung: Mode Single Phase A
64	M047_SINGLE_B	Flankenauswertung: Mode Single Phase B
128	M047_DOUBLE_A	Flankenauswertung: Mode Double Phase A
192	M047_DOUBLE_B	Flankenauswertung: Mode Double Phase B
256	M047_QUADRUPLE	Flankenauswertung: Mode Quadruple

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 7 und 8:

Wert	Bezeichnung	Funktion
0	M047_SINGLE_A	Flankenauswertung: Mode Single Phase A
64	M047_SINGLE_B	Flankenauswertung: Mode Single Phase B
128	M047_DOUBLE_A	Flankenauswertung: Mode Double Phase A
192	M047_DOUBLE_B	Flankenauswertung: Mode Double Phase B
256	M047_QUADRUPLE	Flankenauswertung: Mode Quadruple

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 9:

Wert	Bezeichnung	Funktion
32	M047_AUTOSTART	Autostart
64	M047_CONTINUE	Continue (automatisches Reload nach Nulldurchgang)
128	M047_EXTERN	Gate kommt von extern
256	M047_AUTOFREEZE	Automatisches Freeze am Ende einer Messung
512	M047_AUTORESET	Automatisches Rücksetzen des Zählers am Ende einer Messung
1024	M047_AUTOLOAD	Automatisches Load am Ende einer Messung
2048	M047_OVERRIDE	Der alte Zählerwert wird bei Freeze überschrieben

Die Unterbetriebsarten für Betriebsart 10, 11 und 12:

Wert	Bezeichnung	Funktion
32	M047_AUTOSTART	Autostart
64	M047_CONTINUE	Continue (automatisches Reload nach Nulldurchgang)
128	M047_EXTERN	Referenzfrequenz kommt von extern (nur bei Betriebsart 10 und 11)
256	M047_AUTOFREEZE	Automatisches Freeze am Ende einer Messung
512	M047_AUTORESET	Automatisches Rücksetzen des Zählers am Ende einer Messung
1024	M047_AUTOLOAD	Automatisches Load am Ende einer Messung
2048	M047_OVERRIDE	Der alte Zählerwert wird bei Freeze überschrieben

Zusätzlich kann angegeben werden, ob Zähler kaskadiert werden sollen:

Wert	Bezeichnung	Funktion
8192	M047_CASCADE_0_1	Zähler 0 und Zähler 1 kaskadieren
16384	M047_CASCADE_1_2	Zähler 1 und Zähler 2 kaskadieren
32768	M047_CASCADE_0_1_2	Zähler 0 bis 2 kaskadieren

Mögliche Werte für Parameter **.CounterInput** (in Struktur m047_config_struct):

Wert	Bezeichnung	Funktion
0	M047_DIN_0_1_CNT_0	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-0 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-1 verbinden
4096	M047_DIN_2_3_CNT_0	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-2 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-3 verbinden
8192	M047_DIN_4_5_CNT_0	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-4 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-5 verbinden
12288	M047_DIN_6_7_CNT_0	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-6 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-7 verbinden
16384	M047_DIN_8_9_CNT_0	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-8 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-9 verbinden
20480	M047_DIN_10_11_CNT_0	Zähleingang 0 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-10 verbinden, Zähleingang 1 von Zähler 0 mit externem Eingang DIN-11 verbinden
24576	M047_DIN_6_CNT_1	Zähleingang 0 von Zähler 1 mit externem Eingang DIN-6 verbinden
28672	M047_CNT_0_CNT_1	Zähleingang 0 von Zähler 1 mit Zähleingang 1 von Zähler 0 verbinden
32768	M047_DIN_4_CNT_2	Zähleingang 0 von Zähler 2 mit externem Eingang DIN-4 verbinden
36864	M047_CNT_0_CNT_2	Zähleingang 0 von Zähler 2 mit Zähleingang 1 von Zähler 0 verbinden

Zusätzlich kann noch eine OR-Verknüpfung angegeben werden, wenn das Eingangssignal am externen digitalen Eingang invertiert werden soll:

Wert	Bezeichnung	Funktion
1	M047_DIN_0_INV	Eingangssignal an DIN-0 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
2	M047_DIN_1_INV	Eingangssignal an DIN-1 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
4	M047_DIN_2_INV	Eingangssignal an DIN-2 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
8	M047_DIN_3_INV	Eingangssignal an DIN-3 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
16	M047_DIN_4_INV	Eingangssignal an DIN-4 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
32	M047_DIN_5_INV	Eingangssignal an DIN-5 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
64	M047_DIN_6_INV	Eingangssignal an DIN-6 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
128	M047_DIN_7_INV	Eingangssignal an DIN-7 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
256	M047_DIN_8_INV	Eingangssignal an DIN-8 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
512	M047_DIN_9_INV	Eingangssignal an DIN-9 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
1024	M047_DIN_10_INV	Eingangssignal an DIN-10 invertieren/aktive Flanke ist negativ.
2048	M047_DIN_11_INV	Eingangssignal an DIN-11 invertieren/aktive Flanke ist negativ.

Mögliche Werte für Parameter **.CounterOutput** (in Struktur m047_config_struct):

Wert	Bezeichnung	Funktion
1	M047_DOUT_0_CNT_0	DOUT-0 wird als Ausgang für Zähler 0 benutzt
2	M047_DOUT_1_CNT_1	DOUT-1 wird als Ausgang für Zähler 1 benutzt
4	M047_DOUT_2_CNT_2	DOUT-2 wird als Ausgang für Zähler 2 benutzt

Mögliche Werte für Parameter **.CommandInput** (in Struktur m047_config_struct): Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Start**:

Wert	Bezeichnung	Funktion
0	M047_NO_START	Start wird nicht über externen Eingang gesteuert
16	M047_START_DIN_0	Start wird über externen Eingang DIN-0 gesteuert
32	M047_START_DIN_1	Start wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
48	M047_START_DIN_2	Start wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Stop**:

Wert	Bezeichnung	Funktion
0	M047_NO_STOP	Stop wird nicht über externen Eingang gesteuert
64	M047_STOP_DIN_1	Stop wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
128	M047_STOP_DIN_2	Stop wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert
192	M047_STOP_DIN_3	Stop wird über externen Eingang DIN-3 gesteuert
0	M047_NO_STOP_UFL	Stop des Zählers 0 wird nicht bei Unterlauf des Zählers 0 ausgelöst
256	M047_STOP_UFL_CNT_0	Stop des Zählers 0 wird bei Unterlauf des Zählers 0 ausgelöst
512	M047_STOP_UFL_CNT_1	Stop des Zählers 0 wird bei Unterlauf des Zählers 1 ausgelöst
768	M047_STOP_UFL_CNT_2	Stop des Zählers 0 wird bei Unterlauf des Zählers 2 ausgelöst

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Load**:

Wert	Bezeichnung	Funktion
0	M047_NO_LOAD	Load wird nicht über externen Eingang gesteuert
1024	M047_LOAD_DIN_0	Load wird über externen Eingang DIN-0 gesteuert
2048	M047_LOAD_DIN_1	Load wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
3072	M047_LOAD_DIN_2	Load wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Freeze**:

Wert	Bezeichnung	Funktion
0	M047_NO_FREEZE	Freeze wird nicht über externen Eingang gesteuert
4096	M047_FREEZE_DIN_1	Freeze wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
8192	M047_FREEZE_DIN_2	Freeze wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert
12288	M047_FREEZE_DIN_3	Freeze wird über externen Eingang DIN-3 gesteuert

Unterstützte Steuerfunktionen des M-C16-3 für Steuereingang **Reset**:

Wert	Bezeichnung	Funktion
0	M047_NO_RESET	Reset wird nicht über externen Eingang gesteuert
16384	M047_RESET_DIN_0	Reset wird über externen Eingang DIN-0 gesteuert
32768	M047_RESET_DIN_1	Reset wird über externen Eingang DIN-1 gesteuert
49152	M047_RESET_DIN_2	Reset wird über externen Eingang DIN-2 gesteuert

Zusätzlich kann noch eine OR-Verknüpfung angegeben werden, wenn das Eingangssignal am externen Eingang invertiert werden soll:

Wert	Bezeichnung	Funktion
1	M047_DIN_0_INV	Eingangssignal an DIN-0 invertieren.
2	M047_DIN_1_INV	Eingangssignal an DIN-1 invertieren.
4	M047_DIN_2_INV	Eingangssignal an DIN-2 invertieren.
8	M047_DIN_3_INV	Eingangssignal an DIN-3 invertieren.

Die einzelnen Steuerfunktionen für Start, Stop, Load, Freeze und Reset können durch eine OR-Verknüpfung verbunden werden.

Mögliche Werte für Parameter **.Interrupt** (in Struktur m047_config_struct):

Wert	Bezeichnung	Funktion
1	M047_INT_CNT_0_UFL	Interrupt auslösen, wenn Unterlauf des Zählers 0
2	M047_INT_CNT_0_OVL	Interrupt auslösen, wenn Überlauf des Zählers 0
4	M047_INT_CNT_0_END	Interrupt auslösen, wenn Messung zu Ende
8	M047_INT_CNT_0_INVALID	Interrupt auslösen, wenn Messung ungültig
16	M047_INT_CNT_1_UFL	Interrupt auslösen, wenn Unterlauf des Zählers 1
32	M047_INT_CNT_1_OVL	Interrupt auslösen, wenn Überlauf des Zählers 1
64	M047_INT_CNT_1_END	Interrupt auslösen, wenn Messung zu Ende
128	M047_INT_CNT_2_UFL	Interrupt auslösen, wenn Unterlauf des Zählers 2
256	M047_INT_CNT_2_OVL	Interrupt auslösen, wenn Überlauf des Zählers 2
512	M047_INT_CNT_2_END	Interrupt auslösen, wenn Messung zu Ende

Mögliche Werte für Parameter **.Time** (in Struktur m047_config_struct):

Wert	Bezeichnung	Referenz-frequenz	Bezeichnung	Referenzzeit/ Verzögerungszeit
0	M047_NO_FREQ	Keine	M047_NO_PERIOD	Keine
2	M047_10_MHZ	10 MHz	M047_100_NS	100 ns
3	M047_5_MHZ	5 MHz	M047_200_NS	200 ns
4	M047_2_MHZ	2 MHz	M047_500_NS	500 ns
5	M047_1_MHZ	1 MHz	M047_1_US	1 µs
6	M047_500_KHZ	500 kHz	M047_2_US	2 µs
7	M047_200_KHZ	200 kHz	M047_5_US	5 µs
8	M047_100_KHZ	100 kHz	M047_10_US	10 µs
9	M047_50_KHZ	50 kHz	M047_20_US	20 µs
10	M047_20_KHZ	20 kHz	M047_50_US	50 µs
11	M047_10_KHZ	10 kHz	M047_100_US	100 µs
12	M047_5_KHZ	5 kHz	M047_200_US	200 µs
13	M047_2_KHZ	2 kHz	M047_500_US	500 µs
14	M047_1_KHZ	1 kHz	M047_1_MS	1 ms
15	M047_500_HZ	500 Hz	M047_2_MS	2 ms
16	M047_200_HZ	200 Hz	M047_5_MS	5 ms
17	M047_100_HZ	100 Hz	M047_10_MS	10 ms
18	M047_50_HZ	50 Hz	M047_20_MS	20 ms
19	M047_20_HZ	20 Hz	M047_50_MS	50 ms
20	M047_10_HZ	10 Hz	M047_100_MS	100 ms

m047_send_command — Befehl an Zähler senden

Pascal PROCEDURE m047_send_command (micro_slot: byte; command: word; counter: byte);

C void EXPORT m047_send_command (byte micro_slot, ushort command, byte counter);

Funktion Die Prozedur schickt ein Kommando an einen Zähler.

Parameter *command*: Kommando, das an Zähler geschickt wird.

Wert	Bezeichnung	Funktion
1	M047_CMD_START_COUNTER	Zähler starten
2	M047_CMD_STOP_COUNTER	Zähler anhalten
4	M047_CMD_LOAD_COUNTER	Zähler auf Anfangswert setzen (aus Latch übernehmen)
8	M047_CMD_FREEZE_COUNTER	Zähler latchen
16	M047_CMD_RESET_COUNTER	Zähler auf 0 setzen

counter: Zähler, an den/die Kommando geschickt wird

Wert	Bezeichnung	Funktion
1	M047_COUNTER_0	Zähler 0
2	M047_COUNTER_1	Zähler 1
4	M047_COUNTER_2	Zähler 2
3	M047_COUNTER_0_1	Zähler 0 und 1
6	M047_COUNTER_1_2	Zähler 1 und 2
5	M047_COUNTER_0_2	Zähler 0 und 2
7	M047_COUNTER_0_1_2	Zähler 0, 1 und 2

m047_preset_counter_word Wert an Zähler (WORD)

Pascal PROCEDURE m047_preset_counter_word (micro_slot: byte; counter: byte; data: word);

C void EXPORT m047_preset_counter_word (byte micro_slot, byte counter, ushort data);

Funktion Die Prozedur setzt einen Zähler auf einen Anfangswert (WORD).

Parameter *counter*: Zähler, der auf Anfangswert gesetzt werden soll (0 = Zähler 0, 1 = Zähler 1 und 2 = Zähler 2).

data: Anfangswert (WORD).

m047_preset_counter_dword Wert an Zähler (DWORD)

Pascal PROCEDURE m047_preset_counter_dword (micro_slot: byte; counter: byte; data: longint);

C void EXPORT m047_preset_counter_dword (byte micro_slot, byte counter, ulong data);

Funktion Die Prozedur setzt einen Zähler auf einen Anfangswert (DWORD).

Parameter *counter*: Zähler, der auf Anfangswert gesetzt werden soll (0 = Zähler 0, 1 = Zähler 1 und 2 = Zähler 2).

data: Anfangswert (DWORD).

m047_preset_counter_block Wert an Zähler (Block)

Pascal PROCEDURE m047_preset_counter_block (micro_slot: byte; counter: byte; data: m047_block);

C void EXPORT m047_preset_counter_block (byte micro_slot, byte counter, m047_block data);

Funktion Die Prozedur setzt einen Zähler auf einen Anfangswert (Block = 6 Byte).

Parameter *counter*: Zähler, der auf Anfangswert gesetzt werden soll (0 = Zähler 0, 1 = Zähler 1 und 2 = Zähler 2).

data: Anfangswert (Block = 3 Worte).

m047_read_counter_word Wert von Zähler (WORD)

Pascal FUNCTION m047_read_counter_word (micro_slot: byte; counter: byte): word;

C ushort EXPORT m047_read_counter_word (byte micro_slot, byte counter);

Funktion Die Funktion liest einen Zähler (WORD).

Parameter *counter*: Zähler, der gelesen werden soll (0 = Zähler 0, 1 = Zähler 1 und 2 = Zähler 2).

m047_read_counter_dword Wert von Zähler (DWORD)

Pascal FUNCTION m047_read_counter_dword (micro_slot: byte; counter: byte): longint;

C ulong EXPORT m047_read_counter_dword (byte micro_slot, byte counter);

Funktion Die Funktion liest einen Zähler (DWORD).

Parameter *counter*: Zähler, der gelesen werden soll (0 = Zähler 0 und 1 = Zähler 1).

m047_read_counter_block Wert von Zähler (Block)

Pascal PROCEDURE m047_read_counter_block (micro_slot: byte; counter: byte; var data: m047_block);

C void EXPORT m047_read_counter_block (byte micro_slot, byte counter, m047_block *data);

Funktion Die Prozedur liest einen Zähler (Block = 3 Worte).

Parameter *counter*: Zähler, der gelesen werden soll (0 = Zähler 0).

m047_read_counter_status Lies Zähler-Status-Register

Pascal FUNCTION m047_read_counter_status (micro_slot: byte; counter: byte): byte;

C byte EXPORT m047_read_counter_status (byte micro_slot, byte counter);

Funktion Die Funktion liest das Zähler-Status-Register (Bit-0 bis Bit-4)

Bit	Bedeutung
0	RUN: 1 = Zähler läuft 0 = Zähler stop
1	DIRECTION (falls RUN = 1): 0 = vorwärts 1 = rückwärts
2	PRESET: 1 = neuer Wert im Counter-Preset-Register wurde noch nicht übernommen 0 = neuer Wert des Counter-Preset-Register wurde in Zähler übernommen
3	FREEZE: 1 = neuer Wert wurde im Counter-Data-Register gespeichert, aber noch nicht gelesen 0 = Wert im Counter-Data-Register wurde bereits gelesen.
4	OVERRUN: 1 = Overrun aufgetreten 0 = kein Overrun aufgetreten

Parameter *counter*: Zähler, der gelesen werden soll (0 = Zähler 0 und 1 = Zähler 1).

m047_read_digital_input Lies digitale Eingänge

Pascal FUNCTION m047_read_digital_input (micro_slot: byte): word;

C ushort EXPORT m047_read_digital_input (byte micro_slot);

Funktion Die Funktion liest die Zustände aller digitalen Eingänge direkt (Bit-0 = Zustand von DIN-0, Bit-1 = Zustand von DIN-1, etc.).

m047_read_digital_input_latched Lies digitale Eingänge (Latch)

Pascal FUNCTION m047_read_digital_input_latched (micro_slot: byte): word;

C ushort EXPORT m047_read_digital_input_latched (byte micro_slot);

Funktion Die Funktion liest die Zustände aller digitalen Eingänge aus dem Latch (Bit-0 = Zustand von DIN-0, Bit-1 = Zustand von DIN-1, etc.).

m047_latch_digital_input Latche digitale Eingänge

Pascal PROCEDURE m047_latch_digital_input (micro_slot: byte);

C void EXPORT m047_latch_digital_input (byte micro_slot);

Funktion Die Prozedur latcht die digitalen Eingänge per Software.

m047_set_digital_output Setze digitale Ausgänge

Pascal PROCEDURE m047_set_digital_output (micro_slot: byte; data byte);

C void EXPORT m047_set_digital_output (byte micro_slot, byte data);

Funktion Die Prozedur setzt die digitalen Ausgänge, Bit-0 definiert Zustand von DOUT-0, Bit-1 von DOUT-1, Bit-2 von DOUT-2 und Bit-3 von DOUT-3).

m047_read_ivr Lies Interrupt-Vector-Register

Pascal PROCEDURE m047_read_ivr (micro_slot: byte; var intnumber: byte; var overrun: byte)

C void EXPORT m047_read_ivr (byte micro_slot; byte *intnumber, byte *overrun);

Funktion Die Funktion liest das Interrupt-Vector-Register.

Parameter *intnumber*: Definiert den Interrupt mit der höchsten Priorität.

overrun: Gibt an, ob ein Overrun aufgetreten ist (= 1).

m047_read_ipr Lies Interrupt-Pending-Register

Pascal FUNCTION m047_read_ipr (micro_slot: byte): byte;

C byte EXPORT m047_read_ipr (byte micro_slot);

Funktion Die Funktion liest das Interrupt-Pending-Register, Bit-0 gibt Zustand von INT-0 an, Bit-1 gibt Zustand von INT-1 an, etc. Bit = 1: Interrupt pending.

m047_read_ior Lies Interrupt-Overrun-Register

Pascal FUNCTION m047_read_ior (micro_slot: byte): byte;

C byte EXPORT m047_read_ior (byte micro_slot);

Funktion Die Funktion liest das Interrupt-Overrun-Register, Bit-0 gibt Zustand von INT-0 an, Bit-1 gibt Zustand von INT-1 an, etc. Bit = 1: Interrupt overrun.

Programmierung mit I/O-Zugriffen

Bits, die bei der Beschreibung der Register-Bitbelegung mit "Reserviert" gekennzeichnet worden sind, müssen beim Schreiben auf Null gesetzt werden, beim Lesen ist ihr Wert undefiniert.

Lokale I/O-Adressen

Zur Adressierung der Register werden 5 Adreßleitungen (A4, ..., A0) des SP-Bus verwendet. Hierüber lassen sich 8 32-Bit-Register, 16 16-Bit-Register oder 32 8-Bit-Register direkt adressieren. Da das Zählermodul sehr viele Anwendungsmöglichkeiten besitzt und viele verschiedene Konfigurationen einstellbar sind, verfügt es über einen wesentlich größeren Registersatz. Daher wird auf einige Register indirekt zugegriffen. Dies bedeutet, daß zunächst durch einen Schreibzugriff auf das Register-Select-Register RSR ein Register ausgewählt wird und anschließend über das Indirect-Data-Register IDR Schreib- und Lesezugriffe für das selektierte Register durchgeführt werden können.

Registerübersicht - Teil 1

Funktionseinheit	Registername		Zugriff	R/W
Businterface	RSR	Register-Select-Register	direkt, MBA + 28	W8
	IDR	Indirect-Data-Register	direkt, MBA + 0	RW16
	MIR	Modul-Interface-Register	indirekt, RSR = 3	RW8
	CVR	Chip-Version-Register	indirekt, RSR = 11	R16
	ISR	Interrupt-Select-Register	indirekt, RSR = 19	W8
	MSR	Modul-Status-Register	indirekt, RSR = 123	W8
Externe Eingänge	IIR	Input-Invert-Register	indirekt, RSR = 27	W16
	IRR	Input-Read-Register	direkt, MBA + 24	R16
	ICR	Input-Command-Register	indirekt, RSR = 43	RW8
	ILR	Input-Latch-Register	indirekt, RSR = 51	R16
Optoentkoppelte	OMR	Output-Mode-Register	indirekt, RSR = 67	W8
Ausgänge	ODR	Output-Direct-Register	direkt, MBA + 20	RW8
Interrupt-Controller	IVR	Interrupt-Vector-Register	direkt, MBA + 28	R8
	IMR	Interrupt-Mask-Register	indirekt, RSR = 75	RW16
	IPR	Interrupt-Pending-Register	indirekt, RSR = 91	RW16
	IOR	Interrupt-Overrun-Register	indirekt, RSR = 107	R16
	IER	Interrupt-Edge-Register	indirekt, RSR = 107	W16

Registerübersicht - Teil 2

Funktions-einheit	Registername		Zugriff	R/W
Zähler 0	CMR0	Counter-Mode-Register	indirekt, RSR = 0	W16
	CIR0	Counter-Input-Register Bit-0 bis Bit-15	indirekt, RSR = 8	W16
	CIR0	Counter-Input-Register Bit-31 bis Bit-16	indirekt, RSR = 16	W16
	CPR0	Counter-Preset-Register	direkt, MBA + 4	W16
	CDR0	Counter-Data-Register	direkt, MBA + 4	R16
	CRR0	Counter-Referenz-Register	indirekt, RSR = 24	W8
	CSR0	Counter-Status-Register	indirekt, RSR = 24	R8
Zähler 1	CMR1	Counter-Mode-Register	indirekt, RSR = 1	W16
	CIR1	Counter-Input-Register Bit-0 bis Bit-15	indirekt, RSR = 9	W16
	CIR1	Counter-Input-Register Bit-31 bis Bit-16	indirekt, RSR = 17	W16
	CPR1	Counter-Preset-Register	direkt, MBA + 8	W16
	CDR1	Counter-Data-Register	direkt, MBA + 8	R16
	CRR1	Counter-Referenz-Register	indirekt, RSR = 25	W8
	CSR1	Counter-Status-Register	indirekt, RSR = 25	R8
Zähler 2	CMR2	Counter-Mode-Register	indirekt, RSR = 2	W16
	CIR2	Counter-Input-Register Bit-0 bis Bit-15	indirekt, RSR = 10	W16
	CIR2	Counter-Input-Register Bit-31 bis Bit-16	indirekt, RSR = 18	W16
	CPR2	Counter-Preset-Register	direkt, MBA + 12	W16
	CDR2	Counter-Data-Register	direkt, MBA + 12	R16
	CRR2	Counter-Referenz-Register	indirekt, RSR = 26	W8
	CSR2	Counter-Status-Register	indirekt, RSR = 26	R8
Register für alle Zähler	CCR	Counter-Command-Register	direkt, MBA + 16	W8

Adreßbelegung der direkten Register:

Adresse	Register		R/W
MBA + 0	IDR	Indirect-Data-Register	RW16
MBA + 4	CDR0	Zähler 0: Counter-Data-Register	R16
MBA + 4	CPR0	Zähler 0: Counter-Preset-Register	W16
MBA + 8	CDR1	Zähler 1: Counter-Data-Register	R16
MBA + 8	CPR1	Zähler 1: Counter-Preset-Register	W16
MBA + 12	CDR2	Zähler 2: Counter-Data-Register	R16
MBA + 12	CPR2	Zähler 2: Counter-Preset-Register	W16
MBA + 16	CCR	Counter-Command-Register	W8
MBA + 20	ODR	Output-Direct-Register	RW8
MBA + 24	IRR	Input-Read-Register	R16
MBA + 28	IVR	Interrupt-Vector-Register	R8
MBA + 28	RSR	Register-Select-Register	W8

Register-Select-Register RSR

Bit	**Bedeutung**		
1, 0	00 ⇒ Registersatz des Zählers 0 auswählen 01 ⇒ Registersatz des Zählers 1 auswählen 10 ⇒ Registersatz des Zählers 2 auswählen 11 ⇒ Modulregistersatz auswählen		
2	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen		
	Bedeutung von Bit 3 bis Bit 7, wenn Bit 1, 0 = 00, 01 oder 10		**R/W**
4, 3	00	CMR, Bit-15 bis Bit-0	W16
	01	CIR, Bit-15 bis Bit-0	W16
	10	CIR, Bit-31 bis Bit-16	W16
	11	CRR, Bit-7 bis Bit-0	W8
	11	CSR, Bit-7 bis Bit-0	R8
7 bis 5	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen		
	Bedeutung von Bit 3 bis Bit 7, wenn Bit 1, 0 = 11		**R/W**
6 bis 3	0000	MIR, Bit-7 bis Bit-0	RW8
	0001	CVR, Bit-15 bis Bit-0	R16
	0010	SR, Bit-7 bis Bit-0	W8
	0011	IIR, Bit-15 bis Bit-0	W16
	0100	IIR, Bit-31 bis Bit-16 (nicht implementiert)	W16
	0101	ICR, Bit-7 bis Bit-0	RW8
	0110	ILR, Bit-15 bis Bit-0	R16
	0111	ILR, Bit-31 bis Bit-16 (nicht implementiert)	R16
	1000	OMR, Bit-7 bis Bit-0	W8
	1001	IMR, Bit-15 bis Bit-0	RW16
	1010	IMR, Bit-31 bis Bit-16 (nicht implementiert)	RW16
	1011	IPR, Bit-15 bis Bit-0	RW16
	1100	IPR, Bit-31 bis Bit-16 (nicht implementiert)	RW16
	1101	IOR, Bit-15 bis Bit-0	R16
	1101	IER, Bit-15 bis Bit-0	W16
	1110	IOR, Bit-31 bis Bit-16 (nicht implementiert)	R16
	1110	IER, Bit-31 bis Bit-16 (nicht implementiert)	W16
	1111	MSR, Bit-7 bis Bit-0	W8
7	Reserviert, beim Schreiben auf 0 setzen		