

MELSEC FX-Familie

Speicherprogrammierbare Steuerungen

Einsteigerhandbuch

**FX3G, FX3GC, FX3GE,
FX3S, FX3U, FX3UC
FX5U, FX5UC**



Zu diesem Handbuch

Die in diesem Handbuch vorliegenden Texte, Abbildungen, Diagramme und Beispiele dienen ausschließlich zur Erläuterung der Installation, Bedienung, Programmierung und Anwendung der speicherprogrammierbaren Steuerungen der MELSEC FX3G-, FX3GC-, FX3GE-, FX3S-, FX3U-, FX3UC-, FX5U- und FX5UC-Serie.

Sollten sich Fragen zur Installation und Betrieb der in diesem Handbuch beschriebenen Geräte ergeben, zögern Sie nicht, Ihr zuständiges Verkaufsbüro oder einen Ihrer Vertriebspartner (siehe Umschlagseite) zu kontaktieren.
Aktuelle Informationen sowie Antworten auf häufig gestellte Fragen erhalten Sie über das Internet (<https://de3a.mitsubishielectric.com>).

Die MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. behält sich vor, jederzeit technische Änderungen dieses Handbuchs ohne besondere Hinweise vorzunehmen.

© 11/2005–03/2019

**Einsteigerhandbuch zu den speicherprogrammierbaren Steuerungen der
MELSEC-FX-Familie FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3S, FX3U, FX3UC, FX5U und FX5UC
Artikel-Nr.: 166389**

Version			Änderungen / Ergänzungen / Korrekturen
A	11/2005	pdp-dk	Erste Ausgabe
B	11/2006	pdp-dk	Neues Kapitel 7 „Verarbeitung von analogen Werten“
C	01/2007	pdp-dk	Berücksichtigung der erweiterten Produktpalette für die Steuerungen der FX3U-Serie in den Abschnitten 2-3 und 2-4
D	07/2009	pdp-dk	Berücksichtigung der Steuerungen der FX3G- und der FX3UC-Serie Neue Adaptermodule FX3U-4AD-PNK-ADP und FX3U-4AD-PTW-ADP
E	08/2013	pdp-dk	Berücksichtigung der Steuerungen der FX3GC-, FX3GE- und der FX3S-Serie Neues Adaptermodul FX3U-3A-ADP Neues Sondermodul FX3U-4LC Berücksichtigung der Programmier-Software GX Works2 FX
F	03/2014	pdp-dk	FX3GE-Serie: Berücksichtigung der Grundgeräte mit einer Versorgungsspannung von 24 V DC und der Grundgeräte mit Transistorausgängen FX3S-Serie: Berücksichtigung der Grundgeräte mit einer Versorgungsspannung von 24 V DC und der Grundgeräte mit integrierten analogen Eingängen
G	04/2016	pdp-dk	Berücksichtigung der Steuerungen der FX5U- und der FX5UC-Serie
H	01/2018	pdp-dk	Beschreibung der Steuerungen der FX1S-, FX1N-, FX2N- und FX2NC-Serie aus Handbuch entfernt Neue Sondermodule FX5-4LC und FX5-8AD Neue Adaptermodule FX5-4AD-PT-ADP und FX5-4AD-TC-ADP
I	03/2019	pdp-dk	Neue CPU-Module FX5UC-32MT/DS-TS, FX5UC-32MT/DSS-TS und FX5UC-32MR/DS-TS Neue Sondermodule FX5-4AD und FX5-4DA

Sicherheitshinweise

Zielgruppe

Dieses Handbuch richtet sich ausschließlich an anerkannt ausgebildete Elektrofachkräfte, die mit den Sicherheitsstandards der Automatisierungstechnik vertraut sind. Projektierung, Installation, Inbetriebnahme, Wartung und Prüfung der Geräte dürfen nur von einer anerkannt ausgebildeten Elektrofachkraft, die mit den Sicherheitsstandards der Automatisierungstechnik vertraut ist, ausgeführt werden. Eingriffe in die Hard- und Software unserer Produkte, soweit sie nicht in diesem Handbuch beschrieben sind, dürfen nur durch unser Fachpersonal vorgenommen werden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die speicherprogrammierbaren Steuerungen der FX3G-, FX3GC-, FX3GE-, FX3S-, FX3U-, FX3UC-, FX5U- und FX5UC-Serie sind nur für die Einsatzbereiche vorgesehen, die in diesem Handbuch beschrieben sind. Achten Sie auf die Einhaltung aller im Handbuch angegebenen Kenndaten. Die Produkte wurden unter Beachtung der Sicherheitsnormen entwickelt, gefertigt, geprüft und dokumentiert. Unqualifizierte Eingriffe in die Hard- oder Software bzw. Nichtbeachtung der in diesem Handbuch angegebenen oder am Produkt angebrachten Warnhinweise können zu schweren Personen- oder Sachschäden führen. Es dürfen nur von MITSUBISHI ELECTRIC empfohlene Zusatz- bzw. Erweiterungsgeräte in Verbindung mit den speicherprogrammierbaren Steuerungen der FX3G-, FX3GC-, FX3GE-, FX3S-, FX3U-, FX3UC-, FX5U- und FX5UC-Serie verwendet werden.

Jede andere darüber hinausgehende Verwendung oder Benutzung gilt als nicht bestimmungsgemäß.

Sicherheitsrelevante Vorschriften

Bei der Projektierung, Installation, Inbetriebnahme, Wartung und Prüfung der Geräte müssen die für den spezifischen Einsatzfall gültigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden. Es müssen besonders folgende Vorschriften (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) beachten werden:

- VDE-Vorschriften
 - VDE 0100
Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit einer Nennspannung bis 1000V
 - VDE 0105
Betrieb von Starkstromanlagen
 - VDE 0113
Elektrische Anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
 - VDE 0160
Ausrüstung von Starkstromanlagen und elektrischen Betriebsmitteln
 - VDE 0550/0551
Bestimmungen für Transformatoren
 - VDE 0700
Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
 - VDE 0860
Sicherheitsbestimmungen für netzbetriebene elektronische Geräte und deren Zubehör für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke.
- Brandverhütungsvorschriften

- Unfallverhütungsvorschrift
 - VBG Nr.4
Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Gefahrenhinweise

Die einzelnen Hinweise haben folgende Bedeutung:



GEFAHR:

Bedeutet, dass eine Gefahr für das Leben und die Gesundheit des Anwenders besteht, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



ACHTUNG:

Bedeutet eine Warnung vor möglichen Beschädigungen des Gerätes oder anderen Sachwerten, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Allgemeine Gefahrenhinweise und Sicherheitsvorkehrungen

Die folgenden Gefahrenhinweise sind als generelle Richtlinie für den Umgang mit der SPS in Verbindung mit anderen Geräten zu verstehen. Diese Hinweise müssen Sie bei der Projektierung, Installation und Betrieb einer Steuerungsanlage unbedingt beachten.



GEFAHR

- *Die im spezifischen Einsatzfall geltenden Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften sind zu beachten. Der Einbau, die Verdrahtung und das Öffnen der Baugruppen, Bauteile und Geräte müssen im spannungslosen Zustand erfolgen.*
- *Baugruppen, Bauteile und Geräte müssen in einem berührungssicheren Gehäuse mit einer bestimmungsgemäßen Abdeckung und Schutzeinrichtung installiert werden.*
- *Bei Geräten mit einem ortsfesten Netzanschluss müssen ein allpoliger Netztrennschalter und eine Sicherung in die Gebäudeinstallation eingebaut werden.*
- *Überprüfen Sie spannungsführende Kabel und Leitungen, mit denen die Geräte verbunden sind, regelmäßig auf Isolationsfehler oder Bruchstellen. Bei Feststellung eines Fehlers in der Verkabelung müssen Sie die Geräte und die Verkabelung sofort spannungslos schalten und die defekte Verkabelung ersetzen.*
- *Überprüfen Sie vor der Inbetriebnahme, ob der zulässige Netzspannungsbereich mit der örtlichen Netzspannung übereinstimmt.*
- *Damit ein Leitungs- oder Aderbruch auf der Signalseite nicht zu undefinierten Zuständen führen kann, sind entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.*
- *Treffen Sie die erforderlichen Vorkehrungen, um nach Spannungseinbrüchen und -ausfällen ein unterbrochenes Programm ordnungsgemäß wieder aufnehmen zu können. Dabei dürfen auch kurzzeitig keine gefährlichen Betriebszustände auftreten.*
- *Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nach DIN VDE 0641 Teil 1-3 sind als alleiniger Schutz bei indirekten Berührungen in Verbindung mit speicherprogrammierbaren Steuerungen nicht ausreichend. Hierfür sind zusätzliche bzw. andere Schutzmaßnahmen zu ergreifen.*
- *NOT-AUS-Einrichtungen gemäß EN60204/IEC 204 VDE 0113 müssen in allen Betriebsarten der SPS wirksam bleiben. Ein Entriegeln der NOT-AUS-Einrichtung darf keinen unkontrollierten oder undefinierten Wiederanlauf bewirken.*
- *Damit ein Leitungs- oder Aderbruch auf der Signalseite nicht zu undefinierten Zuständen in der Steuerung führen kann, sind hard- und softwareseitig entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.*
- *Beim Einsatz der Module muss stets auf die strikte Einhaltung der Kenndaten für elektrische und physikalische Größen geachtet werden.*

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	
1.1	Dieses Handbuch.....	1-1
1.2	Weitere Informationen... ..	1-1
2	Speicherprogrammierte Steuerungen	
2.1	Was ist eine SPS?	2-1
2.2	Programmverarbeitung in der SPS	2-2
2.3	Die MELSEC FX-Familie	2-4
2.4	Auswahl der Steuerung	2-5
2.5	Aufbau der Steuerungen	2-6
2.5.1	Ein- und Ausgangskreise	2-6
2.5.2	Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3G	2-6
2.5.3	Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3GC	2-7
2.5.4	Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3GE	2-7
2.5.5	Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3S	2-8
2.5.6	Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3U	2-9
2.5.7	Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3UC	2-9
2.5.8	Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX5U	2-10
2.5.9	Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX5UC	2-10
2.5.10	Glossar zu den Funktionselementen	2-11
3	Grundlagen der Programmierung	
3.1	Aufbau einer Steuerungsanweisung	3-1
3.2	Bits, Bytes und Worte	3-2
3.3	Zahlensysteme	3-2

3.4	Grundbefehlssatz	3-5
3.4.1	Beginn von Verknüpfungen	3-6
3.4.2	Ausgabe oder Zuweisung eines Verknüpfungsergebnisses	3-6
3.4.3	Berücksichtigung der Geber.	3-8
3.4.4	UND-Verknüpfungen	3-9
3.4.5	ODER-Verknüpfungen	3-11
3.4.6	Anweisungen zur Verbindung von Verknüpfungen	3-12
3.4.7	Flankengesteuerte Ausführung von Verknüpfungen	3-14
3.4.8	Setzen und Rücksetzen	3-15
3.4.9	Speichern, Lesen und Löschen eines Verknüpfungsergebnisses.	3-17
3.4.10	Erzeugung eines Impulses.	3-18
3.4.11	Hauptschalterfunktion (MC- und MCR-Anweisung).	3-19
3.4.12	Verknüpfungsergebnis umkehren	3-20
3.5	Sicherheit geht vor!	3-21
3.6	Umsetzung einer Steuerungsaufgabe.	3-23
3.6.1	Alarmanlage	3-23
3.6.2	Rolltor	3-28

4 Operanden im Detail

4.1	Ein- und Ausgänge	4-1
4.2	Merker	4-3
4.2.1	Sondermerker.	4-4
4.3	Timer	4-5
4.4	Zähler (Counter)	4-8
4.5	Register	4-11
4.5.1	Datenregister	4-12
4.5.2	Sonderregister	4-13
4.5.3	File-Register	4-14
4.6	Programmiertipps für Timer und Counter	4-15
4.6.1	Indirekte Sollwertvorgabe bei Timern und Countern	4-15
4.6.2	Ausschaltverzögerung	4-18
4.6.3	Ein- und Ausschaltverzögerung	4-19
4.6.4	Taktgeber	4-20

5	Programmierung für Fortgeschrittene	
5.1	Übersicht der Applikationsanweisungen	5-1
5.1.1	Eingabe von Applikationsanweisungen	5-10
5.2	Anweisungen für den Transfer von Daten	5-11
5.2.1	Transfer aus einzelnen Daten mit einer MOV-Anweisung	5-11
5.2.2	Transfer von Bit-Operanden in Gruppen	5-13
5.2.3	Transfer von zusammenhängenden Daten mit einer BMOV-Anweisung	5-14
5.2.4	Transfer von gleichen Daten in mehrere Zieloperanden (FMOV)	5-15
5.2.5	Datenaustausch mit Sondermodulen	5-16
5.3	Vergleichsanweisungen	5-19
5.3.1	Die CMP-Anweisung	5-19
5.3.2	Vergleiche innerhalb von logischen Verknüpfungen	5-21
5.4	Arithmetische Anweisungen	5-24
5.4.1	Addition	5-25
5.4.2	Subtraktion	5-26
5.4.3	Multiplikation	5-27
5.4.4	Division	5-28
5.4.5	Kombination von arithmetischen Anweisungen	5-29
6	Erweiterungsmöglichkeiten	
6.1	Generelles	6-1
6.2	Übersicht	6-1
6.2.1	Erweiterungsmodule für zusätzliche digitale Ein- und Ausgänge	6-1
6.2.2	Analoge Ein-/Ausgangsmodule	6-1
6.2.3	Kommunikationsmodule	6-2
6.2.4	Positioniermodule	6-2
6.2.5	MMI-Bediengeräte	6-2
7	Verarbeitung von analogen Werten	
7.1	Analogmodule	7-1
7.1.1	Auswahlkriterien für Analogmodule	7-3
7.1.2	Adapter, Adaptermodule und Sondermodule	7-4
7.2	Übersicht der Analogmodule	7-5
	Index	

1 Einleitung

1.1 Dieses Handbuch...

...soll Ihnen die ersten Schritte beim Umgang mit den speicherprogrammierbaren Steuerungen der MELSEC FX-Familie erleichtern. Es richtet sich besonders an Anwender, die noch keine Erfahrung bei der Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) gesammelt haben.

Aber auch Programmierern, die bisher mit Steuerungen anderer Hersteller gearbeitet haben, kann dieses Handbuch den „Umstieg“ zur MELSEC FX-Familie vereinfachen.

Zur Kennzeichnung verschiedener Geräte einer Serie wird in diesem Handbuch das Symbol „□“ als Platzhalter verwendet. So umfasst zum Beispiel die Bezeichnung „FX3S-10□-□□“ alle Steuerungen, die mit „FX3S-10“ beginnen, also FX3S-10MR-DS, FX3S-10MR-ES, FX3S-10MT-DSS und FX3S-10MT-ESS.

1.2 Weitere Informationen...

...und detaillierte Beschreibungen zu den einzelnen Geräten entnehmen Sie bitte den Bedienungs- oder Installationsanleitungen der einzelnen Module.

Der Technische Katalog MELSEC FX, Art.-Nr. 167839, gibt Ihnen einen Überblick über die Steuerungen der MELSEC FX-Familie. Er informiert außerdem über die Erweiterungsmöglichkeiten und das lieferbare Zubehör.

Die ersten Schritte mit der Programmier-Software erleichtern Ihnen die verschiedenen Einsteigerhandbücher oder Schulungsunterlagen zur verwendeten Software.

Eine ausführliche Beschreibung aller Programmanweisungen für die FX3-Serie finden Sie in der Programmieranleitung zur MELSEC FX-Familie mit der Artikel-Nr. 136748.

Die Programmieranleitung zur MELSEC iQ-F-Serie enthält ausführliche Beschreibungen aller Anweisungen für die FX5U und FX5UC.

Die Kommunikationsmöglichkeiten der MELSEC FX-Steuerungen sind im Kommunikationshandbuch, Artikel-Nr. 137315, detailliert beschrieben.

Handbücher und Kataloge können kostenlos über die Mitsubishi-Homepage (<https://de3a.mitsubishielectric.com>) bezogen werden.

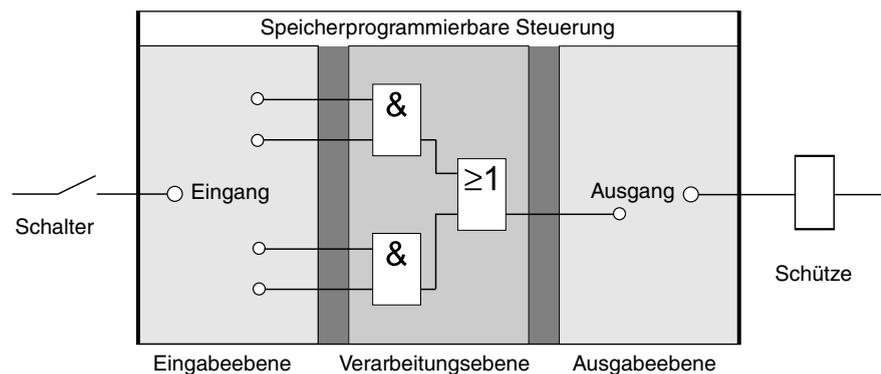
2 Speicherprogrammierte Steuerungen

2.1 Was ist eine SPS?

Im Gegensatz zu einer Steuerung, deren Funktion nur durch die Verdrahtung bestimmt wird, wird bei einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) die Funktion durch ein Programm festgelegt. Zwar benötigt auch eine SPS zur Verbindung mit der Außenwelt eine Verdrahtung, der Inhalt des Programmspeichers kann aber jederzeit geändert und das Programm an verschiedene Steuerungsaufgaben angepasst werden.

Bei speicherprogrammierbaren Steuerungen werden Daten eingegeben, verarbeitet und die Verarbeitungsergebnisse wieder ausgegeben. Dieser Prozess gliedert sich in:

- eine Eingabeebene,
 - eine Verarbeitungsebene
- und
- eine Ausgabeebene.



Eingabeebene

Die Eingabeebene dient zur Übergabe von Steuersignalen, die von Schaltern, Tastern oder Sensoren stammen, an die Verarbeitungsebene.

Die Signale dieser Bauelemente entstehen im Steuerungsprozess und werden als logischer Zustand den Eingängen zugeführt. Die Eingabeebene übergibt die Signale in aufbereiteter Form der Verarbeitungsebene.

Verarbeitungsebene

Die von der Eingabeebene erfassten und aufbereiteten Signale werden in der Verarbeitungsebene durch ein gespeichertes Programm verarbeitet und logisch verknüpft. Der Programmspeicher der Verarbeitungsebene ist frei programmierbar. Eine Änderung des Verarbeitungsablaufs ist jederzeit durch Änderung oder Austausch des gespeicherten Programms möglich.

Ausgabeebene

Die Resultate, die aus der Verarbeitung der Eingangssignale im Programm entstanden sind, beeinflussen in der Ausgangsebene die an den Ausgängen angeschlossenen Schaltglieder wie z. B. Schütze, Meldeleuchten, Magnetventile usw.

2.2 Programmverarbeitung in der SPS

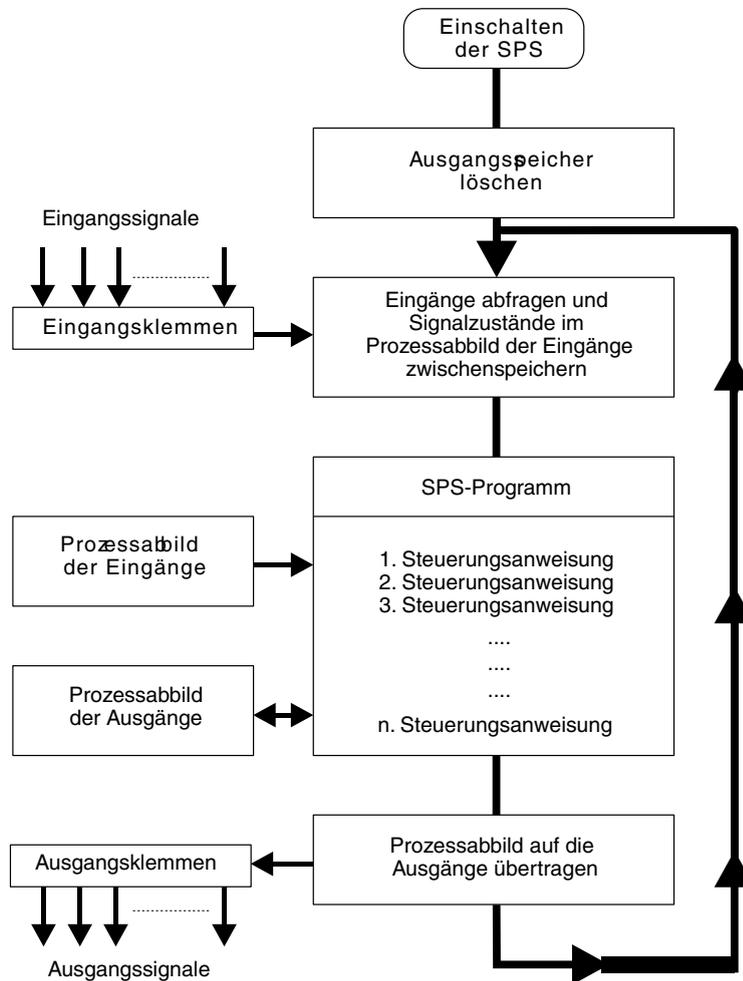
Eine SPS arbeitet nach einem vorgegebenen Programm, das in der Regel außerhalb der Steuerung erstellt, in die Steuerung übertragen und im Programmspeicher abgelegt wird. Für die Programmierung ist es wichtig zu wissen, wie das Programm von der SPS verarbeitet wird.

Das Programm besteht aus einer Folge einzelner Anweisungen, die die Funktion der Steuerung festlegen. Die SPS arbeitet die Steuerungsanweisungen in der programmierten Reihenfolge nacheinander (sequentiell) ab.

Der gesamte Programmdurchlauf wird ständig wiederholt, es findet also ein zyklischer Programmdurchlauf statt. Die für einen Programmdurchlauf benötigte Zeit wird als Programmzykluszeit bezeichnet.

Prozessabbildverfahren

Bei der Programmbearbeitung in der SPS wird nicht direkt auf die Ein- und Ausgänge, sondern auf ihr Prozessabbild zugegriffen:



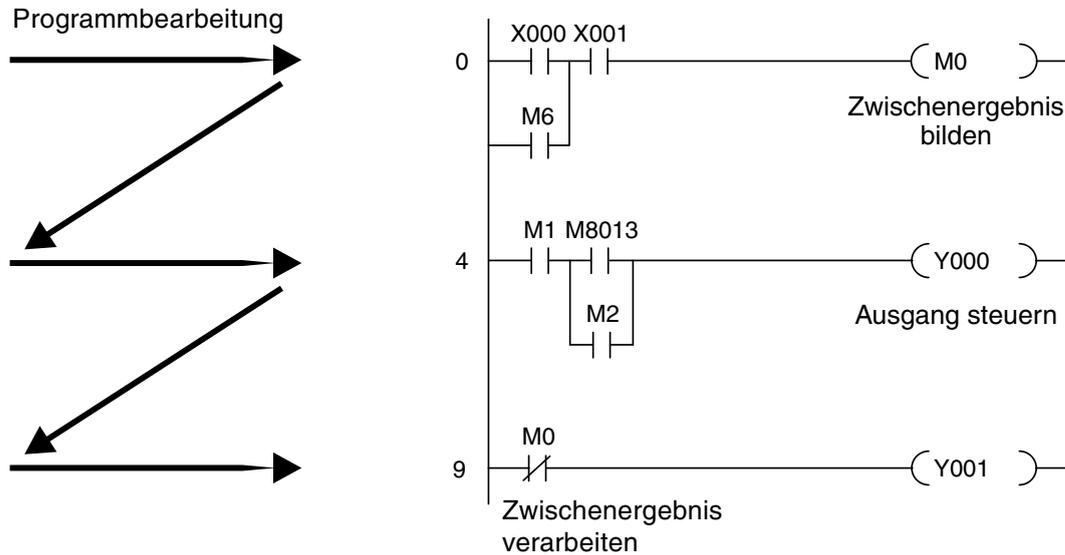
Prozessabbild der Eingänge

Am Anfang eines Programmzyklusses werden die Signalzustände der Eingänge abgefragt und zwischengespeichert: Es wird ein sogenanntes Prozessabbild der Eingänge angelegt.

Programmdurchlauf

Während des anschließenden Programmdurchlaufs greift die SPS auf die gespeicherten Eingangszustände im Prozessabbild zu. Signaländerungen an den Eingängen werden daher erst im nächsten Programmzyklus erkannt.

Das Programm wird von oben nach unten, in der Reihenfolge der Eingabe, abgearbeitet. Zwischenergebnisse können noch im selben Programmzyklus verwendet werden



Prozessabbild der Ausgänge

Verknüpfungsergebnisse, die die Ausgänge betreffen, werden in einem Ausgangszwischenspeicher hinterlegt (Prozessabbild der Ausgänge). Erst am Ende des Programmdurchlaufs werden die Zwischenergebnisse an die Ausgänge übertragen. Im Ausgangszwischenspeicher bleibt das Prozessabbild der Ausgänge bis zum nächsten Überschreiben erhalten. Nach der Wertzuweisung an die Ausgänge wird der Programmzyklus wiederholt.

Signalverarbeitung in der SPS im Gegensatz zur verbindungsprogrammierten Steuerung

Bei einer verbindungsprogrammierten Steuerung ist das Programm durch die Art der Funktionsglieder und deren Verbindung (Verdrahtung) vorgegeben. Alle Steuerungsvorgänge werden gleichzeitig (parallel) ausgeführt. Jede Änderung der Eingangssignalzustände bewirkt sofort eine Änderung der Ausgangssignalzustände.

Bei einer SPS kann eine Änderung der Eingangssignalzustände während des Programmdurchlaufs erst wieder beim nächsten Programmzyklus berücksichtigt werden. Dieser Nachteil wird durch kurze Programmzykluszeiten weitgehend wieder ausgeglichen. Die Programmzykluszeit ist abhängig von der Anzahl und der Art der Steuerungsanweisungen.

2.3 Die MELSEC FX-Familie

Die kompakten Kleinststeuerungen der MELSEC FX-Serien bieten wirtschaftliche Lösungen für kleine bis mittlere Steuerungs- und Positionieraufgaben von 10 bis 256 integrierten Ein-/Ausgängen in Industrie, Handwerk und Haustechnik.

Alle FX-Serien können bei Anlagenveränderungen erweitert werden und wachsen somit entsprechend dem jeweiligen Bedarf mit.

Anbindungen an Netzwerke sind ebenfalls gegeben. Auf diese Weise können die Steuerungen der FX-Familie mit anderen speicherprogrammierbaren Steuerungen sowie Regelungssystemen und MMIs kommunizieren. Hierzu lassen sich die SPS-Systeme zum einen als lokale Stationen in MITSUBISHI-Netzwerke integrieren und zum anderen als Slave-Geräte in offene Netzwerke (wie z. B. Profibus DP) einbringen.

Darüber hinaus bietet die MELSEC FX-Familie die Möglichkeit zum Aufbau eines Multi-drop-Netzwerks und eines Peer-to-Peer-Netzwerks.

Wer aufwendige Steuerungsaufgaben lösen möchte und zudem viele Sonderfunktionen wie z. B. Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandlung oder Netzwerkfähigkeit benötigt, für den sind die in diesem Handbuch beschriebenen, modular erweiterbaren Steuerungen die richtige Wahl.

Alle Steuerungstypen sind Bestandteil der großen MELSEC FX-Familie, die untereinander kompatibel sind.

Daten	FX3G	FX3GC	FX3GE	FX3S	FX3U	FX3UC	FX5U	FX5UC
Max. Anzahl integrierter E/A-Adressen	60	32	40	30	128	96	80	96
Erweiterbarkeit (maximale Anzahl E/A)	256	256	256	— ^①	384	384	512	512
Pogrammspeicher (Schritte)	32000	32000	32000	4000	64000	64000	64000/128000	64000/128000
Zykluszeit pro log. Anweisung (µs)	0,21/0,42	0,21/0,42	0,21/0,42	0,21	0,065	0,065	0,034	0,034
Integrierte Analog-Eingänge	—	—	2	2 ^②	—	—	2	—
Integrierte Analog-Ausgänge	—	—	1	—	—	—	1	—
Integrierte Schnittstellen	RS422 USB	RS422 USB	RS422 USB Ethernet	RS422 USB	RS422	RS422	RS485 Ethernet	RS485 Ethernet
Max. anschließbare Sondermodule	8 rechtsseitig 4 linksseitig	8 rechtsseitig 4 linksseitig	8 rechtsseitig 2 linksseitig	2 linksseitig	8 rechtsseitig 10 linksseitig	8 rechtsseitig 6 linksseitig	16 rechtsseitig 6 linksseitig	16 rechtsseitig 6 linksseitig

① An die Grundgeräte der FX3S-Serie können keine Erweiterungsgeräte mit digitalen E/As angeschlossen werden. Jedoch kann direkt im FX3S-Grundgerät ein Erweiterungsadapter mit 4 digitalen Eingängen oder 2 digitalen Ausgängen installiert werden.

② Nur bei FX3S-30M□/E□-2AD

2.4 Auswahl der Steuerung

Die Grundgeräte der MELSEC FX-Familie stehen in verschiedenen Versionen in Bezug auf die Spannungsversorgung und die Art der Ausgänge zur Verfügung. Sie können zwischen Geräten mit einer Spannungsversorgung von 100–240 V AC oder 24 V DC bzw. 12–24 V DC und zwischen den Ausgangsvariationen Relais und Transistor wählen.

Serie	E/As	Typ	Anzahl Eingänge	Anzahl Ausgänge	Spannungsversorgung	Ausgangstyp
FX3G	14	FX3G-14M□/□□□	8	6	100–240 V AC	Wahlweise Transistor oder Relais
	24	FX3G-24M□/□□□	14	10		
	40	FX3G-40M□/□□□	24	16		
	60	FX3G-60M□/□□□	36	24		
FX3GC	32	FX3GC-32MT/D□□	16	16	24 V DC	Transistor
FX3GE	24	FX3GE-24M□/□□	14	10	24 V DC oder 100–240 V AC	Wahlweise Transistor oder Relais
	40	FX3GE-40M□/□□	16	14		
FX3S	10	FX3S-10M□/ES□	6	4	24 V DC oder 100–240 V AC	Wahlweise Transistor oder Relais
	14	FX3S-14M□/ES□	8	6		
	20	FX3S-20M□/ES□	12	8		
	30	FX3S-30M□/ES□	16	14		
FX3U	16	FX3U-16M□/□□□	8	8	Wahlweise 24 V DC oder 100–240 V AC	Wahlweise Transistor oder Relais
	32	FX3U-32M□/□□□	16	16		
	48	FX3U-48M□/□□□	24	24		
	64	FX3U-64M□/□□□	32	32		
	80	FX3U-80M□/□□□	40	40	Nur 100–240 V AC	Transistor oder Relais
	128	FX3U-128M□/□□□	64	64		
FX3UC	16	FX3UC-16M□/□□□	8	8	24 V DC	Transistor
	32	FX3UC-32M□/□□□	16	16		
	64	FX3UC-64M□/□□□	32	32		
	96	FX3UC-96M□/□□□	48	48		
FX5U	32	FX5U-32M□/□□□	16	16	Wahlweise 24 V DC oder 100–240 V AC	Wahlweise Transistor oder Relais
	64	FX5U-64M□/□□□	32	32		
	80	FX5U-80M□/□□□	40	40		
FX5UC	32	FX5UC-32MR/DS-TS	16	16	24 V DC	Relais
		FX5UC-32MT/D□□				Transistor
		FX5UC-32MT/D□□-TS				
	64	FX5UC-64 MT/D□□	32	32		
	96	FX5UC-96 MT/D□□	48	48		

Bei der Auswahl der richtigen Steuerung sind folgende Kriterien zu beachten:

- Wieviele Signale, d. h. externe Schalterkontakte, Taster und Sensoren, müssen erfasst werden?
- Welche und wieviele Funktionen müssen geschaltet werden?
- Welche Spannungsversorgung steht zur Verfügung?
- Welche Lasten werden an den Ausgängen geschaltet? Relaisausgänge, wenn hohe Lasten geschaltet werden müssen. Transistorausgänge für schnelle Schaltvorgänge.

2.5 Aufbau der Steuerungen

Alle Geräte sind prinzipiell gleich aufgebaut. Die wichtigsten Funktionselemente und Baugruppen sind in einer Übersicht in Abschnitt 2.5.7 erläutert.

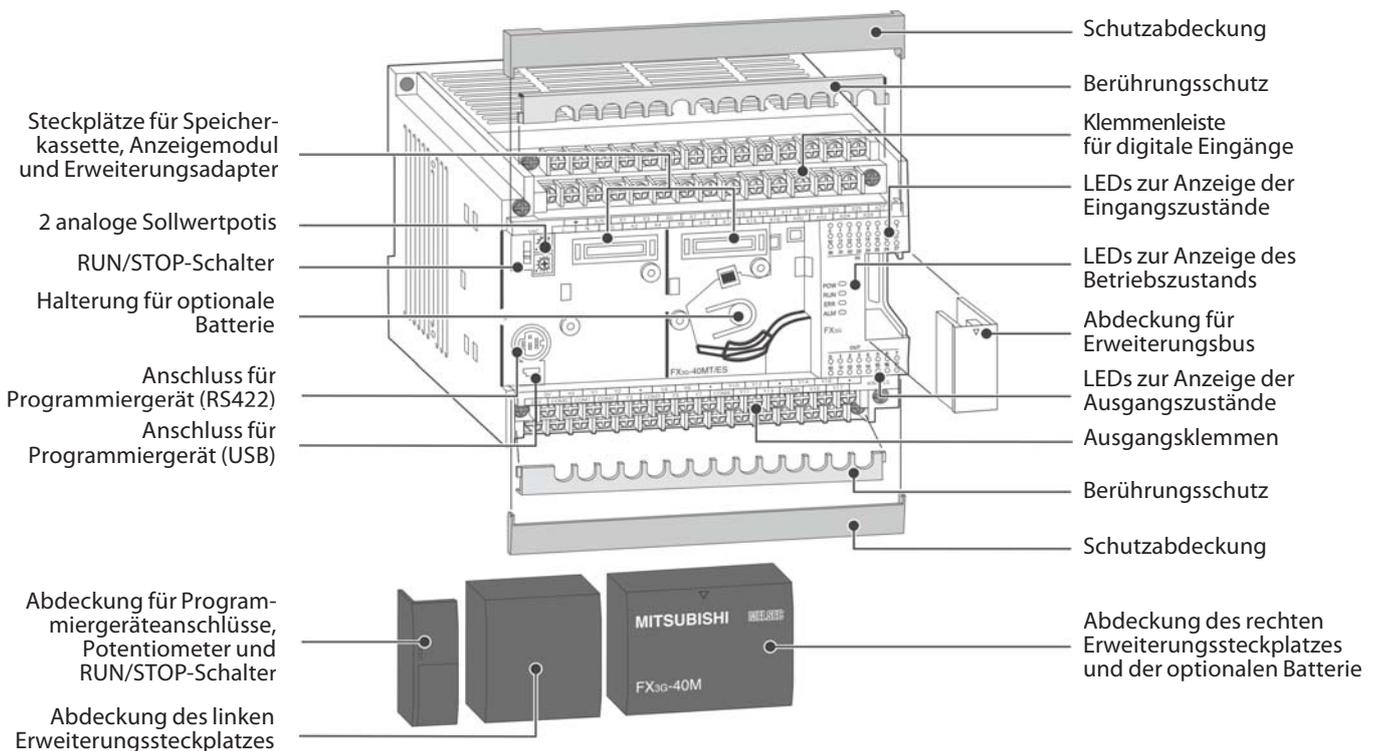
2.5.1 Ein- und Ausgangskreise

Die **Eingangskreise** sind als kontaktlose Eingänge ausgeführt. Die Isolation von den Schaltkreisen in der SPS erfolgt durch eine sogenannte galvanische Trennung mittels Optokoppler. Die **Ausgangskreise** sind entweder als Relais- oder als Transistorausgänge ausgeführt. Die Isolation von den Schaltkreisen in der SPS erfolgt bei Transistormodulen ebenfalls durch galvanische Trennung mittels Optokoppler.

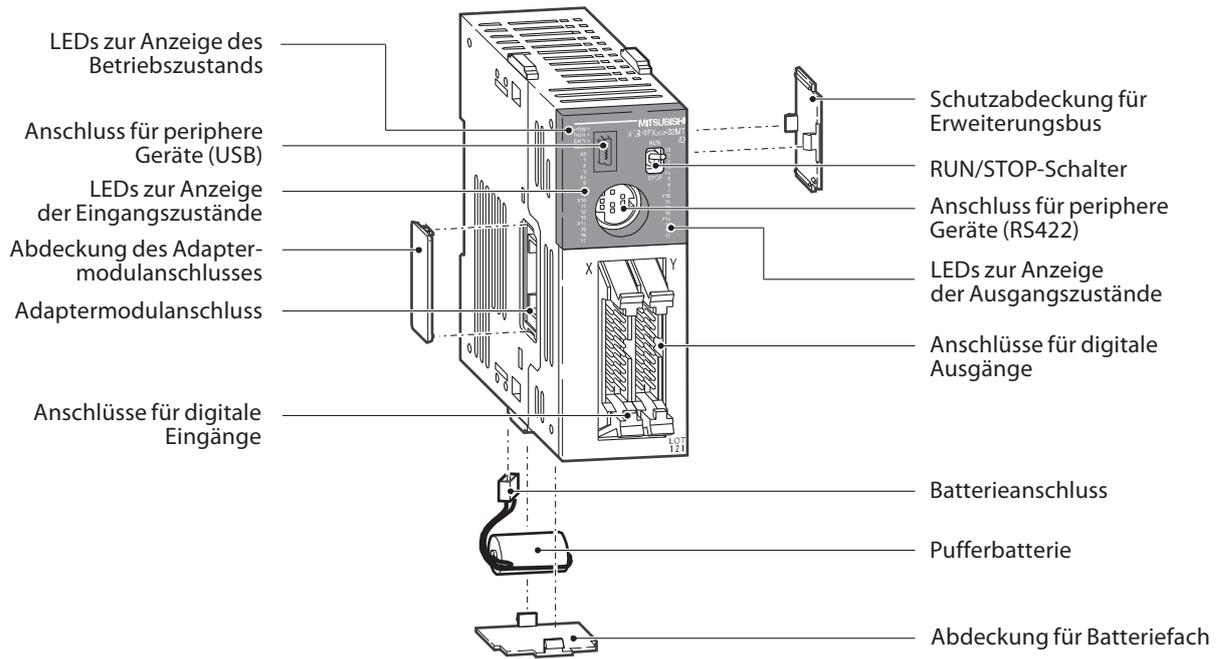
Alle digitalen Eingänge benötigen als Schaltspannung eine bestimmte Eingangsspannung (zum Beispiel 24 V DC). Diese kann über das eingebaute Netzteil der SPS abgegriffen werden. Liegt die Schaltspannung am Eingang unter dem angegebenen Nennwert (< 24 V), wird der Eingang nicht verarbeitet.

Der maximale Ausgangsstrom beträgt bei Relaismodulen 2 A bei 250 V-Wechselspannung an ohmscher Last und bei Transistormodulen 0,5 A bei 24 V-Gleichspannung an ohmscher Last.

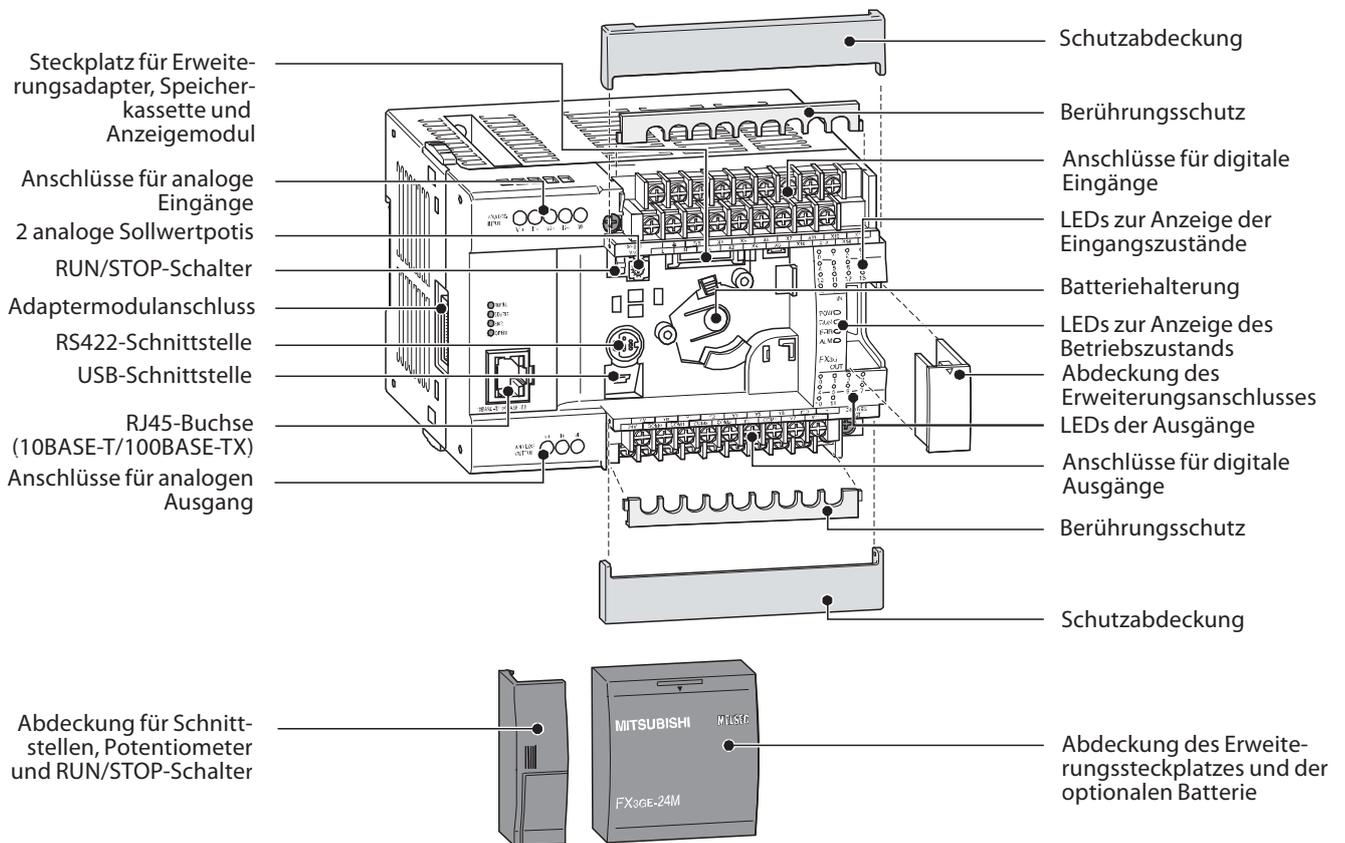
2.5.2 Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3G



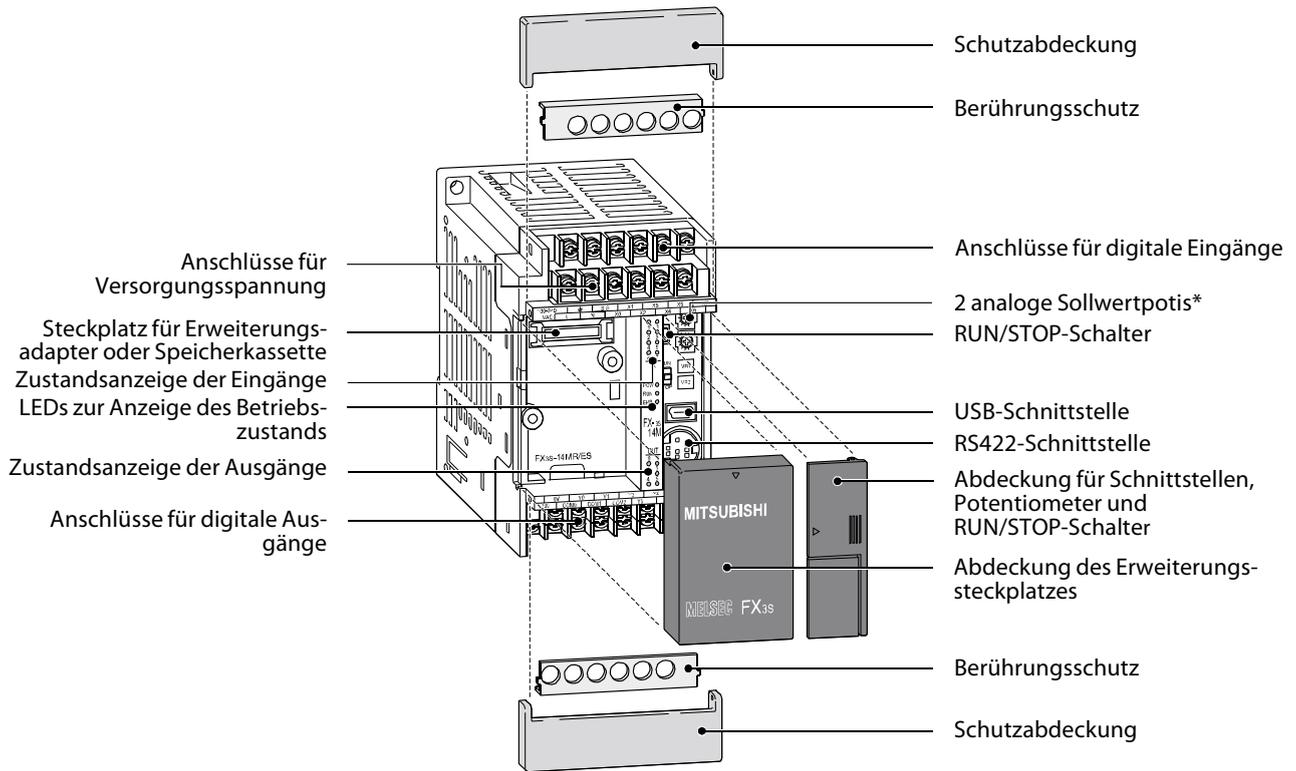
2.5.3 Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3GC



2.5.4 Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3GE

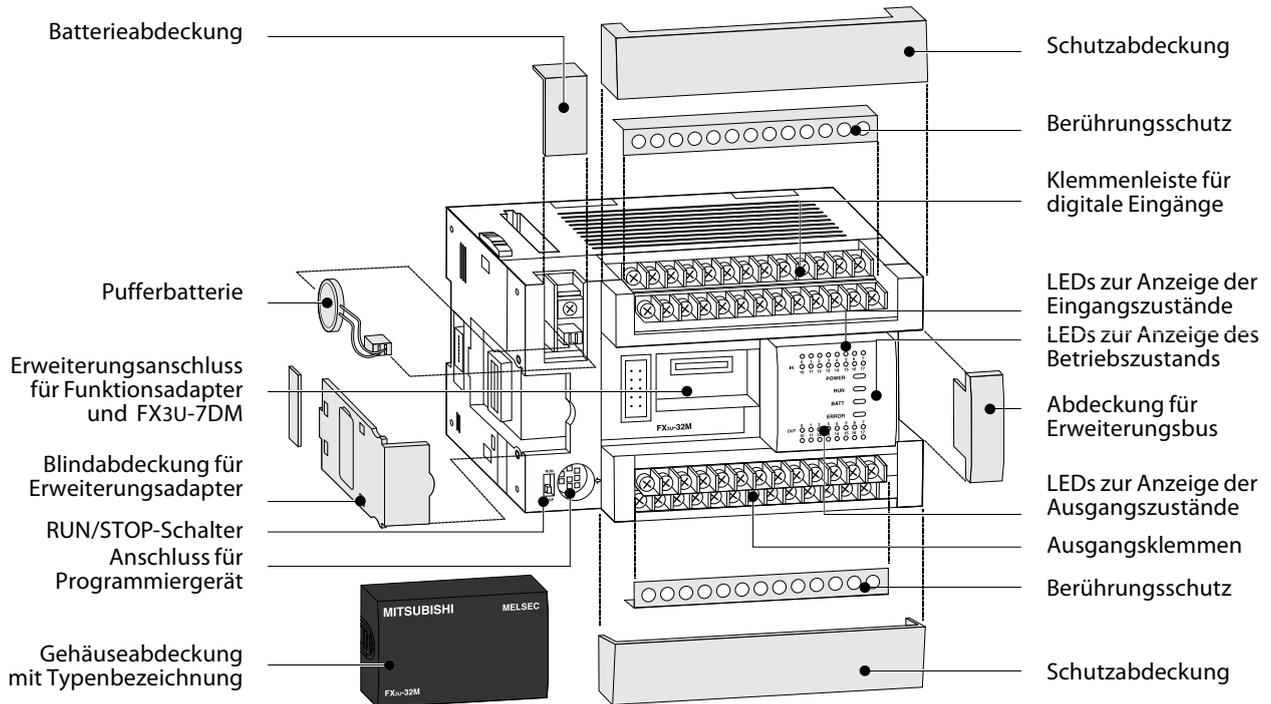


2.5.5 Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3s

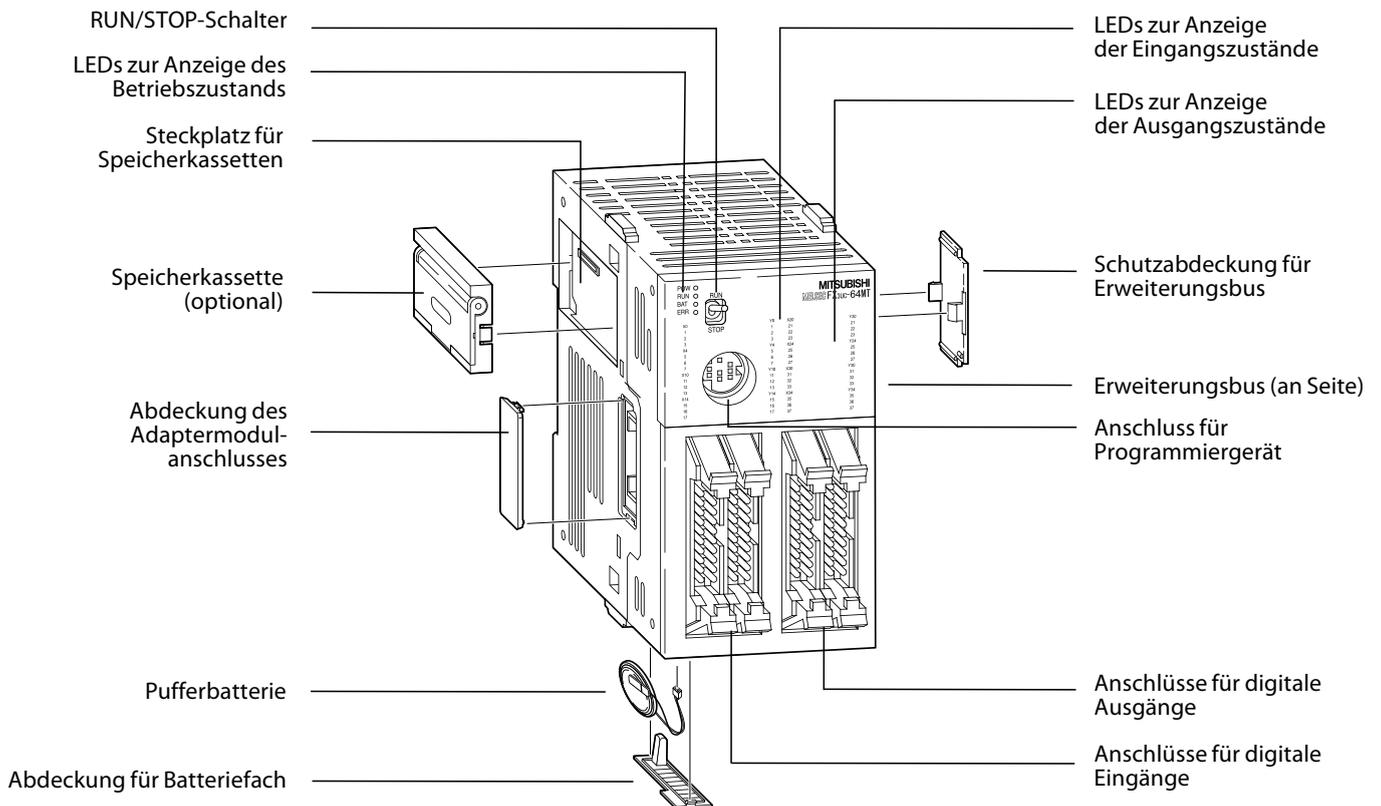


* Die Grundgeräte FX3s-30M□/E□-2AD sind nicht mit analogen Sollwertpotentiometern ausgestattet. Bei diesen Grundgeräten befinden sich an dieser Position die Anschlüsse für die integrierten analogen Eingänge.

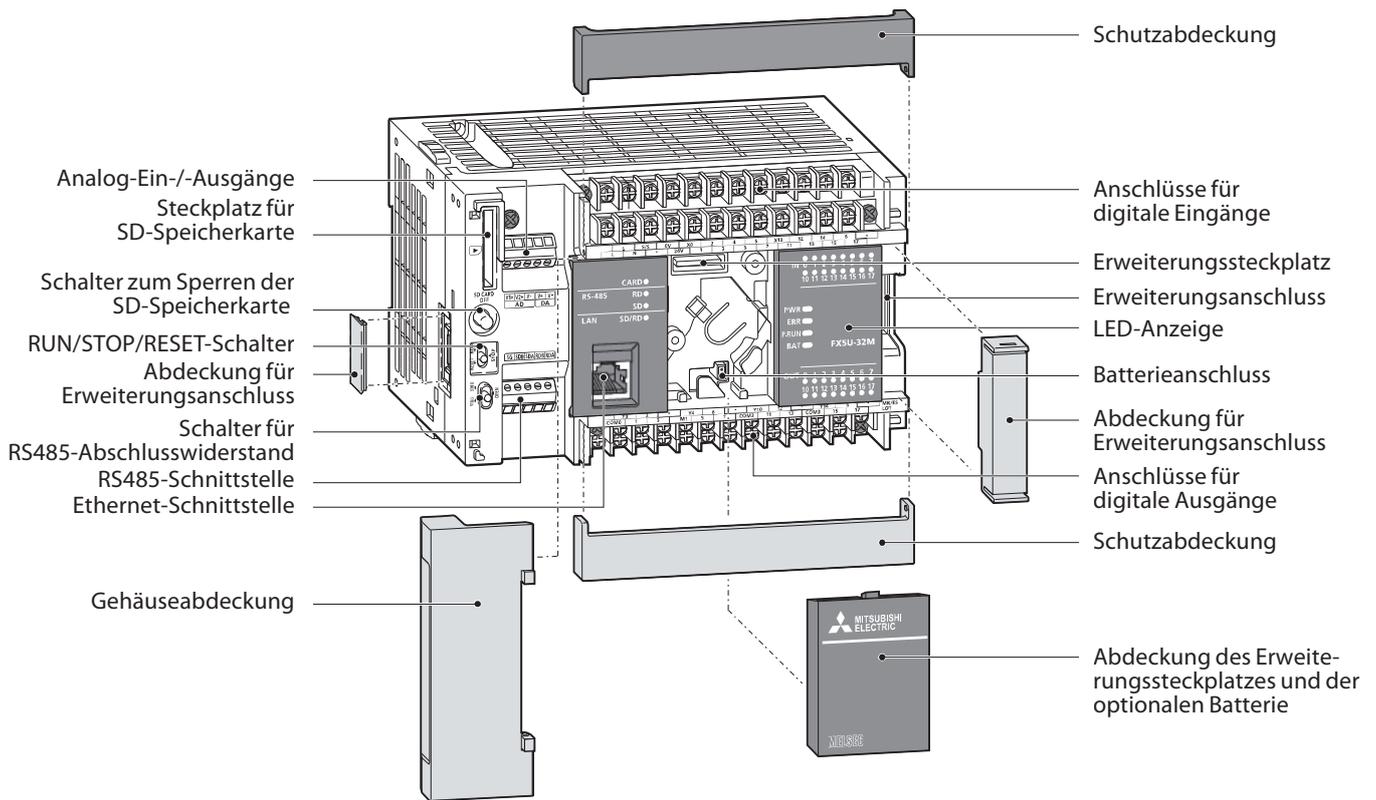
2.5.6 Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3U



2.5.7 Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX3UC

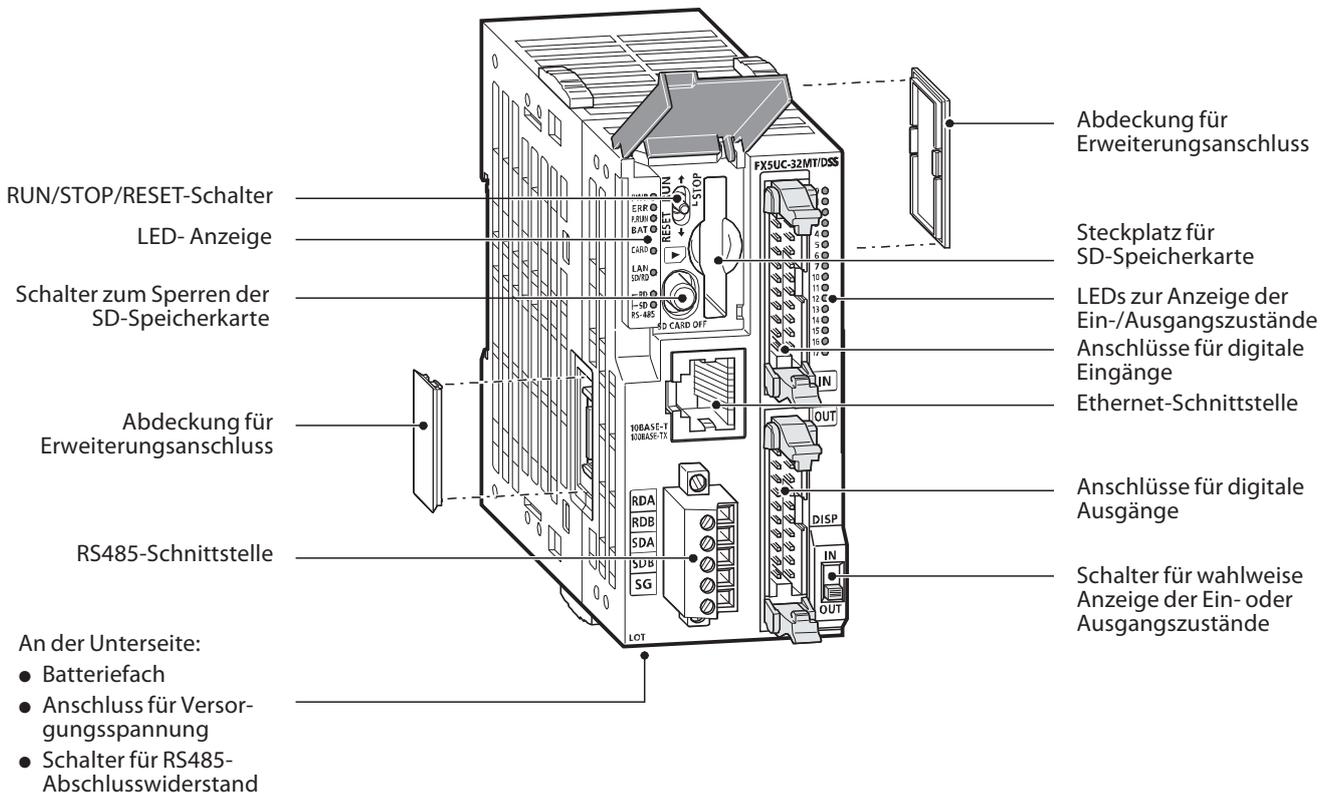


2.5.8 Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX5U

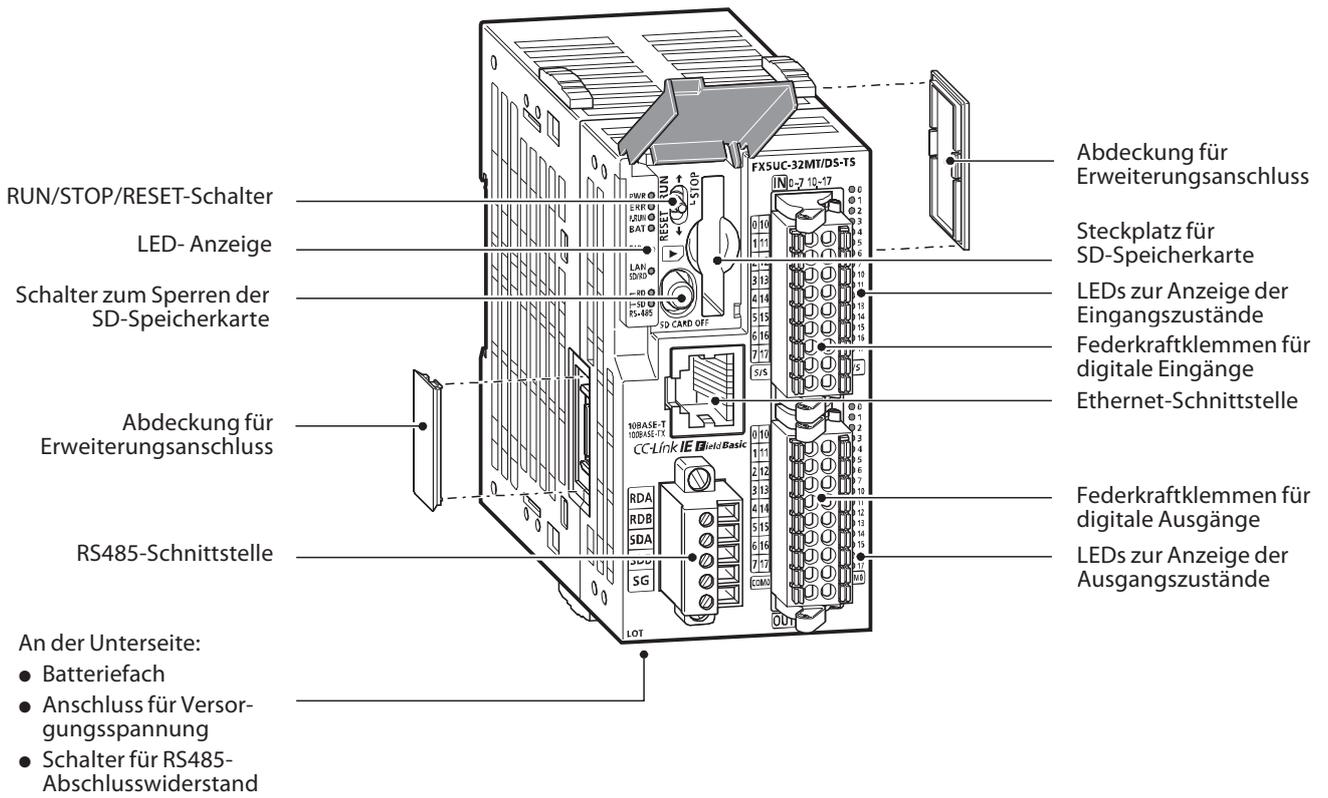


2.5.9 Beschreibung der Grundgeräte MELSEC FX5UC

FX5UC-□□□/□□□



FX5UC-32M□/□□□-TS



2.5.10 Glossar zu den Funktionselementen

Die folgende Tabelle beschreibt die Bedeutung und Funktionsweise der einzelnen Bauteile und Baugruppen der SPS.

Funktion	Beschreibung
Anschluss für Erweiterungsadapter	In diese Schnittstelle können optionale Erweiterungsadapter eingesetzt werden. Adapter stehen für alle FX-Serien (außer FX3GC und FX5UC) in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung und verhelfen dem Grundgerät zu zusätzlichen Erweiterungen oder Kommunikationsschnittstellen. Die Adapter können direkt in die Aussparung eingesetzt werden.
Anschluss für Programmiergeräte	An diesen Anschluss können das Hand-Programmiergerät FX-20P-E oder ein externer Personal Computer bzw. ein Notebook mit Programmier-Software (z.B. GX Works2 FX) angeschlossen werden.
EEPROM	Schreib-Lese-Speicher, in die das Arbeitsprogramm über die Programmier-Software geschrieben bzw. aus denen es gelesen wird. Diese Speicher sind Festspeicher, sie behalten ihre Informationen auch bei Spannungsausfall und benötigen daher keine Batteriepufferung.
Einsteckplatz für Speicherkassetten	In diesen Steckplatz können optional verfügbare Speicherkassetten eingesteckt werden. Durch Einstecken dieser Kassetten wird der interne Speicher der Steuerung abgeschaltet und allein das in der jeweiligen Speicherkassette vorgegebene Programm bearbeitet.
Erweiterungsbus	An diesen Erweiterungsbus können neben zusätzlichen E/A-Erweiterungsgeräten auch Sondermodule zum weiteren Ausbau des SPS-Systems angeschlossen werden. Eine Übersicht hierzu enthält Kapitel 6 in diesem Handbuch.
Analoge Potentiometer	Über das analoge Potentiometer können Sollwerte vorgegeben werden. Die jeweilige Einstellung kann über das Programm abgefragt und für Timer, Impulsausgabe oder Ähnliches genutzt werden (siehe Abschnitt 4.6.1)
Servicespannungsquelle	Die Servicespannungsquelle (nicht bei FX3GC, FX3UC und FX5UC) liefert eine geregelte 24 V-Gleichspannung für die Versorgung der Eingangssignale und Sensoren. Die Belastbarkeit dieser Spannungsquelle hängt vom Typ der Steuerung ab (z. B. FX3G, FX3GE und FX3S: 400 mA; FX3U: 400 bzw. 600 mA; FX5U: 400 bis 770 mA)
Digitale Eingänge	Über die digitalen Eingänge werden Steuersignale von den daran angeschlossenen Schaltern, Tastern oder Fühlern erfasst. Es können die Zustände EIN (Spannung liegt an) oder AUS (keine Spannung liegt an) erfasst werden.
Digitale Ausgänge	An die digitalen Ausgänge können je nach Anwendung und Ausgangstyp Stellglieder und Aktoren, wie z. B. Schütze, angeschlossen werden.
LEDs für Eingangszustände	Über die LEDs für die Eingangszustände wird signalisiert, an welchem Eingang ein Signal, das heißt eine definierte Spannung, anliegt. Leuchtet die entsprechende LED, liegt eine Spannung und somit ein Steuersignal an dem Eingang an und der Eingang ist eingeschaltet.
LEDs für Ausgangszustände	Die Ausgangszustände, das heißt der Zustand, ob ein Ausgang ein- oder ausgeschaltet ist, werden über LEDs signalisiert. Die Ausgänge der Steuerung können dabei unterschiedliche Spannungen je nach Typ und Art schalten.
LEDs zur Anzeige des Betriebszustands	Die LEDs „RUN“, „POWER“ und „ERROR“ kennzeichnen den aktuellen Betriebszustand der SPS und geben an, ob die Versorgungsspannung anliegt (POWER), die SPS gerade das gespeicherte Programm abarbeitet (RUN) oder eine Störung vorliegt (ERROR).
Batterie	Die Batterie stellt die Pufferung des internen RAM-Speichers der MELSEC SPS bei einem Spannungsausfall sicher (nur bei FX3GC, FX3U und FX3UC). Sie dient zur Pufferung der Latch-Bereiche für Timer, Zähler und Merker. Darüberhinaus versorgt sie die integrierte Uhr mit Spannung, wenn die Versorgungsspannung der SPS ausgeschaltet ist. Bei den FX5U- und FX5UC-Grundgeräten ist die Batterie optional, hier übernimmt ein Kondensator die Pufferung der internen Uhr bei einem Spannungsausfall.
RUN/STOP-Schalter	Die MELSEC SPS besitzen zwei Betriebsarten: „RUN“ und „STOP“. Über den RUN/STOP-Schalter kann die Umschaltung zwischen den beiden Betriebsarten vorgenommen werden. Im „RUN“-Betrieb arbeitet die Steuerung das vorgegebene Programm ab. Im „STOP“-Betrieb erfolgt keine Programmverarbeitung.

3 Grundlagen der Programmierung

Ein Programm besteht aus einer Folge einzelner Steuerungsanweisungen, die die Funktion der Steuerung festlegen und die von der SPS in der programmierten Reihenfolge abgearbeitet werden. Bei der Programmierung muss der eigentliche Steuerungsprozess daher in einzelne Anweisungen zerlegt werden. Eine Steuerungsanweisung ist die kleinste Einheit eines SPS-Anwenderprogramms.

3.1 Aufbau einer Steuerungsanweisung

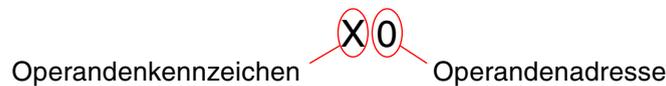
Eine Steuerungsanweisung besteht aus einer Anweisung (Befehl) und einem oder – bei Applikationsanweisungen– auch mehreren Operanden. Einige Steueranweisungen kommen auch ohne Operanden aus. Diese Anweisungen steuern die Programmverarbeitung in der SPS.

Bei der Programmierung wird jede Steuerungsanweisung automatisch mit einer Schrittnummer versehen und dadurch deren Position im Programm eindeutig festgelegt, denn die gleiche Anweisung mit demselben Operanden kann ja auch mehrmals im Programm verwendet werden.

Darstellung einer Anweisung im Kontaktplan (links) und in Anweisungsliste (rechts):



Der Befehl beschreibt, was zu tun ist, also die Funktion, die die Steuerung ausführen soll. Der Operand gibt an, womit etwas zu tun ist. Seine Bezeichnung setzt sich aus dem Operandenkennzeichen und der Operandenadresse zusammen.



Beispiele für Operandenkennzeichen:

Operandenkennzeichen	Typ	Bedeutung
X	Eingang	Eingangsklemme der SPS (z. B. Schalter)
Y	Ausgang	Ausgangsklemme der SPS (z. B. Schütz oder Lampe)
M	Merker	Zwischenspeicher in der SPS, der zwei Zustände („Ein“ oder „Aus“) annehmen kann
T	Timer	„Zeitrelais“ zur Realisierung von zeitabhängigen Funktionen
C	Counter	Zähler
D	Datenregister	Datenspeicher in der SPS, in dem z. B. Messwerte oder Rechenergebnisse abgelegt werden können.

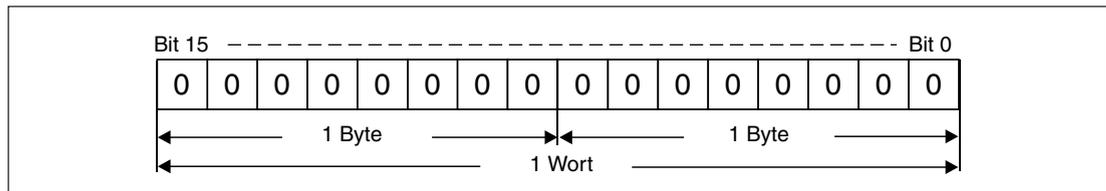
Die Operanden sind im Kapitel 4 ausführlich beschrieben.

Da zum Beispiel mehrere Eingänge vorhanden sind, wird durch die Angabe der Operandenadresse ein individueller Eingang festgelegt.

3.2 Bits, Bytes und Worte

Die kleinste Informationseinheit einer SPS (und in der Digitaltechnik allgemein) ist das „Bit“. Ein Bit kann nur zwei Zustände annehmen: „0“ (ausgeschaltet oder unwahr) und „1“ (eingeschaltet oder wahr.) Bits begegnen Ihnen in der SPS zum Beispiel in Form von Eingängen, Ausgängen und Merkern, den sogenannten **Bit-Operanden**.

8 Bits ergeben ein Byte, zwei Bytes bilden ein Wort. In einer SPS der MELSEC FX-Familie gehören zum Beispiel die Datenregister zu den **Wort-Operanden**.



Durch ihre Größe von 16 Bit können in jedem Register Werte im Bereich von -32768 bis 32767 (vgl. Abschnitt 3.3) gespeichert werden. Falls das nicht ausreichend ist, können zwei Worte zu einem Doppelwort mit 32 Bits zusammengefasst werden, in dem dann Werte von -2 147 483 648 bis 2 147 483 647 abgelegt werden können. Von dieser Möglichkeit wird beispielsweise bei Zählern Gebrauch gemacht.

3.3 Zahlensysteme

In einer SPS der MELSEC FX-Familie werden verschiedene Zahlensysteme verwendet. Sie dienen zur Eingabe oder Anzeige von Werten und zur Abgabe einer Operandenadresse.

Dezimale Zahlen

Mit dezimalen Zahlen gehen wir täglich um. Ihre Basis ist „10“, das heißt nach einer Zählung bis 9 erfolgt bei weiterer Zählung jeweils ein Übertrag in die nächste Dekade (9 10, 19 20, 29 30 usw.).

- Basis: 10
- Ziffern: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Mit dezimalen Zahlen werden in einer SPS der MELSEC FX-Familie Konstante und Sollwerte von Timern und Countern angegeben. Außerdem erfolgt –außer bei Ein- und Ausgängen– die Angabe der Operandenadressen im dezimalen Format.

Binäre Zahlen (Dualzahlensystem)

Eine SPS verarbeitet wie alle Computer nur EIN/AUS- oder 0/1-Informationen, die in einzelnen Bits gespeichert sind (binäre Informationen). Bei der Eingabe oder Anzeige von Zahlen in anderen Formaten wandelt die Programmier-Software die verschiedenen Zahlensysteme automatisch um.

- Basis: 2
- Ziffern: 0 und 1

Die oben erwähnte einfache Umwandlung binärer in hexadezimaler Zahlen und umgekehrt soll am folgenden Beispiel demonstriert werden:

1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	Binär
																Dezimal*
15	5	11	9													
F	5	B	9													
			Hexadezimal													

* Bei der Umwandlung in dezimale Werte werden jeweils 4 Bits umgewandelt. Die so entstandene Dezimalzahl entspricht nicht dem Wert der kompletten 16-Bit-Binärzahl!

Oktalzahlsystem

Auf den Grundgeräten der FX-Familie sind zum Beispiel die Eingänge X8 und X9 sowie die Ausgänge Y8 und Y9 nicht vorhanden. Das liegt daran, dass die Ein- und Ausgänge einer MELSEC SPS im oktalen Zahlensystem numeriert sind. Da dabei als Basis die „8“ verwendet wird, existieren die Zahlen 8 und 9 nicht. Nach einer Zählung bis 8 erfolgt bei weiterer Zählung jeweils ein Übertrag in die nächste Stelle (0 bis 7, 10 bis 17 70 bis 77, 100 bis 107 usw.).

- Basis: 8
- Ziffern: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Zusammenfassung

In der folgenden Tabelle sind die oben beschriebenen vier Zahlensysteme noch einmal gegenübergestellt:

Dezimalzahl	Oktalzahl	Hexadezimalzahl	Binärzahl
0	0	0	0000 0000 0000 0000
1	1	1	0000 0000 0000 0001
2	2	2	0000 0000 0000 0010
3	3	3	0000 0000 0000 0011
4	4	4	0000 0000 0000 0100
5	5	5	0000 0000 0000 0101
6	6	6	0000 0000 0000 0110
7	7	7	0000 0000 0000 0111
8	10	8	0000 0000 0000 1000
9	11	9	0000 0000 0000 1001
10	12	A	0000 0000 0000 1010
11	13	B	0000 0000 0000 1011
12	14	C	0000 0000 0000 1100
13	15	D	0000 0000 0000 1101
14	16	E	0000 0000 0000 1110
15	17	F	0000 0000 0000 1111
16	20	10	0000 0000 0001 0000
:	:	:	:
99	143	63	0000 0000 0110 0011
:	:	:	:

3.4 Grundbefehlssatz

Die Anweisungen einer SPS der MELSEC FX-Familie können in einen Grundbefehlssatz und den sogenannten Applikationsanweisungen unterteilt werden.

Die Funktionen der Anweisungen des Grundbefehlssatzes sind mit denen vergleichbar, die in herkömmlichen Schaltungen durch die Verdrahtung entstehen. Während der Grundbefehlssatz von allen Steuerungen der MELSEC FX-Familie beherrscht wird, müssen bei den Applikationsanweisungen Einschränkungen beachtet werden (siehe Kap. 5).

Der Grundbefehlssatz in der Übersicht

Anweisung	Bedeutung	Beschreibung	Referenz
LD	Lade	Beginn einer Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „1“	Abschnitt 3.4.1
LDI	Lade invers	Beginn einer Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „0“	
OUT	Ausgabeanweisung	Zuweisung eines Verknüpfungsergebnisses	Abschnitt 3.4.2
AND	UND	UND-Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „1“	Abschnitt 3.4.4
ANI	UND-Nicht	UND-Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „0“	
OR	ODER	ODER-Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „1“	Abschnitt 3.4.5
ORI	ODER-Nicht	ODER-Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „0“	
ANB	UND-Block	Reihenschaltung von parallelen Verknüpfungen	Abschnitt 3.4.6
ORB	ODER-Block	Parallelschaltung von in Reihe geschalteten Verknüpfungen)	
LDP	Flankengesteuerte Verknüpfungen	Lade-Anweisung bei steigender Flanke des Operanden	Abschnitt 3.4.7
LDF		Lade-Anweisung bei fallender Flanke des Operanden	
ANDP		UND-Verknüpfung bei steigender Flanke des Operanden	
ANDF		UND-Verknüpfung bei fallender Flanke des Operanden	
ORP		ODER-Verknüpfung bei steigender Flanke des Operanden	
ORF		ODER-Verknüpfung bei fallender Flanke des Operanden	
SET	Operand setzen	Zuweisung eines Signalzustandes, der auch erhalten bleibt, nachdem die Eingangsbedingung nicht mehr erfüllt ist.	Abschnitt 3.4.8
RST	Operand zurücksetzen		
MPS	Speichern, Lesen und Löschen von Zwischenergebnissen bei Verknüpfungen	Speichern eines Verknüpfungsergebnisses	Abschnitt 3.4.9
MRD		Lesen eines gespeicherten Verknüpfungsergebnisses	
MPP		Lesen und Löschen eines gespeicherten Verknüpfungsergebnisses	
PLS	Impuls erzeugen	Setzen eines Operanden* für die Dauer eines Programmzyklus bei steigender Flanke der Eingangsbedingung	Abschnitt 3.4.10
PLF		Setzen eines Operanden* für die Dauer eines Programmzyklus bei fallender Flanke der Eingangsbedingung	
MC	Master Control	Bearbeitung von Programmteilen aktivieren	Abschnitt 3.4.11
MCR	Master Control Reset		
INV	Inversion	Verknüpfungsergebnis umkehren	Abschnitt 3.4.12

3.4.1 Beginn von Verknüpfungen

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
LD	Lade-Anweisung, Beginn einer Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „1“		
LDI	Lade-Anweisung, Beginn einer Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „0“		

Ein Strompfad beginnt immer mit einer LD- oder LDI-Anweisung. Als Operanden können Eingänge, Merker, Zeitgeber, aber auch Zähler angegeben werden.

Beispiele zur Anwendung dieser Anweisungen finden Sie im folgenden Abschnitt im Zusammenhang mit der OUT-Anweisung.

3.4.2 Ausgabe oder Zuweisung eines Verknüpfungsergebnisses

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
OUT	Ausgabeanweisung, Zuweisung eines Verknüpfungsergebnisses		

Mit einer OUT-Anweisung kann ein Strompfad abgeschlossen werden. Es können auch mehrere OUT-Anweisungen als Ergebnis einer Verknüpfung programmiert werden. Das Verknüpfungsergebnis, das einem Operanden mit einer OUT-Anweisung zugewiesen wurde, kann in den nachfolgenden Programmschritten als Eingangssignalzustand verwendet werden.

Beispiel (LD- und OUT-Anweisung)

Kontaktplan

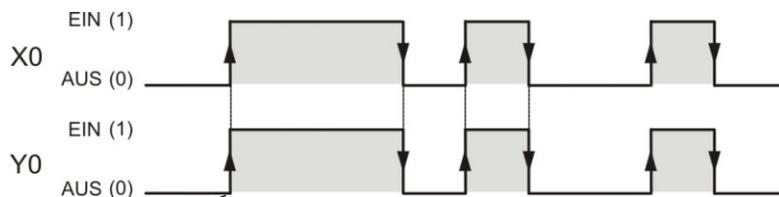


Anweisungsliste

```

0 LD X000
1 OUT Y000
    
```

Mit diesen beiden Anweisungen ergibt sich der folgende Signalverlauf:



Die Bedingung der LD-Anweisung (Abfrage auf Signalzustand „1“) ist erfüllt, das Verknüpfungsergebnis ist dadurch ebenfalls „1“ und der Ausgang wird eingeschaltet.

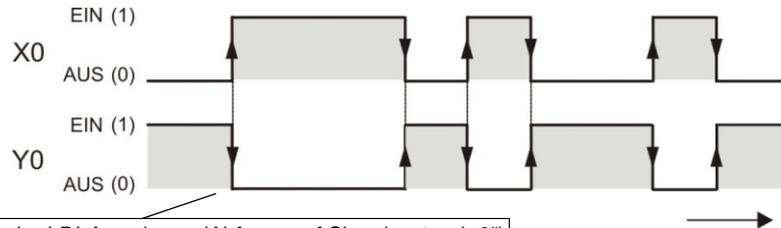
Beispiel (LDI- und OUT-Anweisung)

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LDI	X000
1	OUT	Y000

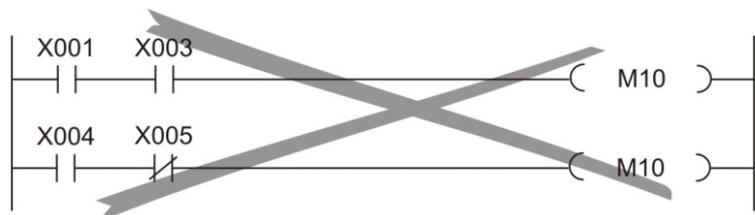


Die Bedingung der LDI-Anweisung (Abfrage auf Signalzustand „0“) ist nicht mehr erfüllt, der Ausgang wird ausgeschaltet.

Doppelbelegung von Merkern oder Ausgängen

Einem Operanden sollte nur an einer Stelle im Programm ein Verküpfungsergebnis zugewiesen werden.

Durch die Abarbeitung des Programms von „oben nach unten“ wird die erste Zuweisung für M10 von der zweiten Zuweisung überschrieben.



Durch Modifikation dieses Programmteils werden alle Eingangsverknüpfungen berücksichtigt.



3.4.3 Berücksichtigung der Geber

Bevor weitere Anweisungen beschrieben werden, soll kurz auf die Bedeutung der Gebersignale eingegangen werden.

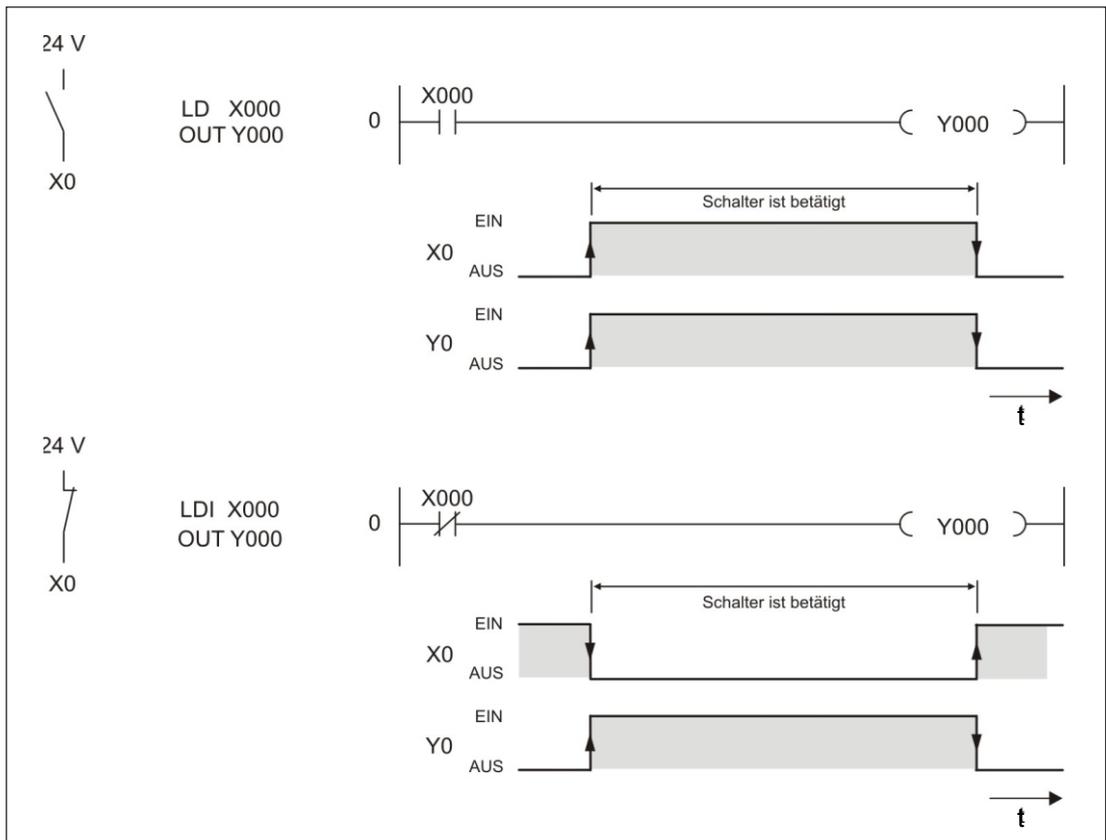
Bei der Programmierung einer SPS muss die Wirkungsweise von Schaltern, Tastern und Sensoren berücksichtigt werden, um die gewünschte Funktion zu erhalten. Eine Steueranweisung prüft – unabhängig von der Art und Weise, wie z. B. ein Eingang angesteuert wird – nur den Signalzustand des angegebenen Eingangs.

	Schließer	Bei Betätigung eines Schließers wird der Eingang eingeschaltet (Signalzustand „1“).
	Öffner	Bei Betätigung eines Öffners wird der Eingang ausgeschaltet (Signalzustand „0“).

Schon bei der Programmierung muss daher bekannt sein, ob ein am Eingang der SPS angeschlossener Geber ein Öffner oder ein Schließer ist. Ein Eingang, an dem ein Schließer angeschlossen ist, muss anders behandelt werden, wie ein Eingang mit angeschlossenem Öffner. Das folgende Beispiel soll das verdeutlichen.

Meist werden Geber mit Schließerkontakten verwendet. In einigen Fällen, wie zum Beispiel zum Ausschalten von Antrieben, kommen aber aus Sicherheitsgründen Öffner zum Einsatz (siehe Abschnitt 3.5).

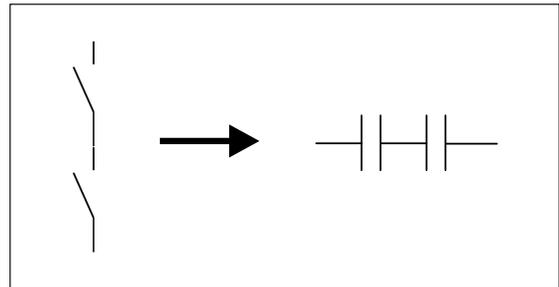
Die folgende Abbildung zeigt zwei Programmsequenzen, bei denen trotz unterschiedlicher Geber das gleiche Ergebnis erreicht wird: Bei Betätigung des Schalters wird der Ausgang eingeschaltet.



3.4.4 UND-Verknüpfungen

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
AND	UND, (UND-Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „1“)		
ANI	UND-Nicht, (UND-Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „0“)		

Eine UND-Verknüpfung entspricht einer Reihenschaltung von mehreren, mindestens aber zwei Schaltern. Nur wenn alle Kontakte geschlossen sind, fließt Strom. Falls ein oder mehrere Kontakte geöffnet sind, ist die UND-Funktion nicht erfüllt, es fließt kein Strom.

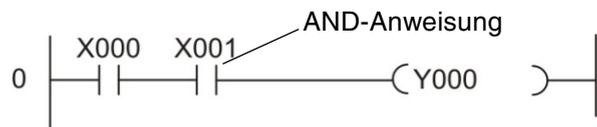


In der Programmier-Software werden für die AND- und die ANI-Anweisung übrigens die selben Schaltfelder und Funktionstasten verwendet, wie bei der LD- bzw. der LDI-Anweisung. Bei der Programmierung im Kontaktplan ordnet die Software die Anweisungen entsprechend der Einfügeposition automatisch zu.

Falls Sie in Anweisungsliste programmieren, beachten Sie bitte, dass die AND- und die ANI-Anweisung nicht am Anfang eines Strompfades programmiert werden dürfen. Der Beginn einer Verknüpfung wird mit einer LD- oder LDI-Anweisung programmiert (Abschnitt 3.4.1).

Beispiel für die AND-Anweisung

Kontaktplan

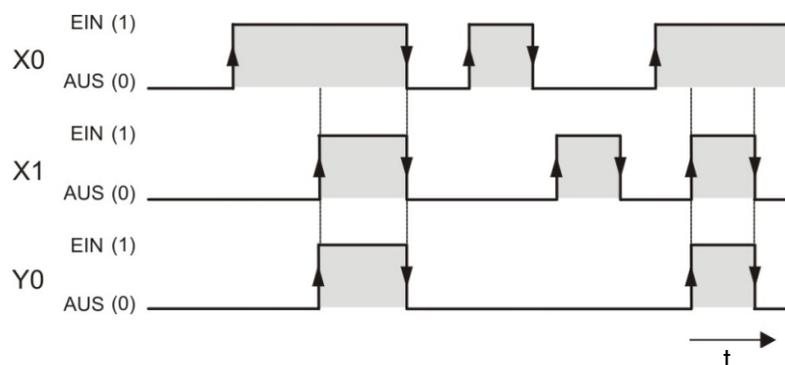


Anweisungsliste

```

0 LD X000
1 AND X001
2 OUT Y000
    
```

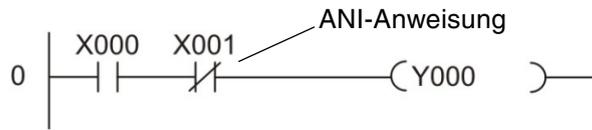
Der Ausgang Y0 wird nur eingeschaltet, wenn X0 **und** X1 eingeschaltet sind:



Beispiel für die ANI-Anweisung

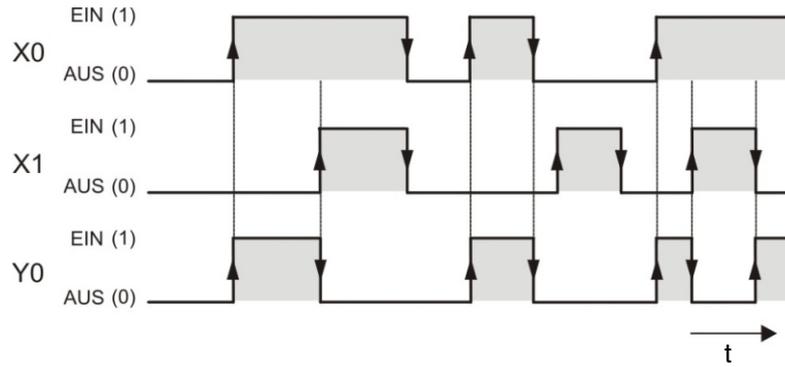
Kontaktplan

Anweisungsliste



0	LD	X000
1	ANI	X001
2	OUT	Y000

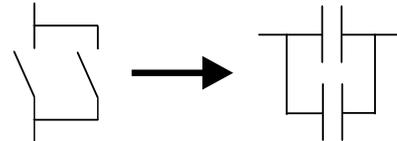
Der Ausgang Y0 wird nur eingeschaltet, wenn X0 eingeschaltet **und** X1 ausgeschaltet ist:



3.4.5 ODER-Verknüpfungen

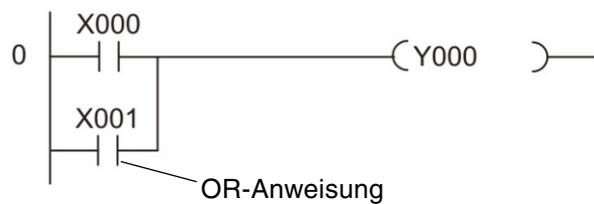
Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
OR	ODER (ODER-Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „1“)		
ORI	ODER-Nicht, (ODER-Verknüpfung mit Abfrage auf Signalzustand „0“)		

Eine ODER-Verknüpfung entspricht in der Schaltungstechnik einer Parallelschaltung von mehreren Schaltern. Sobald ein Kontakt geschlossen ist, fließt Strom. Nur wenn keiner der Kontakte geschlossen ist, fließt kein Strom.



Beispiel für die OR-Anweisung

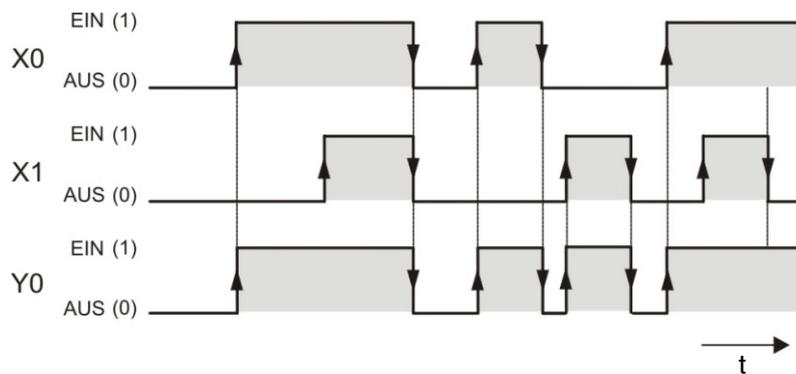
Kontaktplan



Anweisungsliste

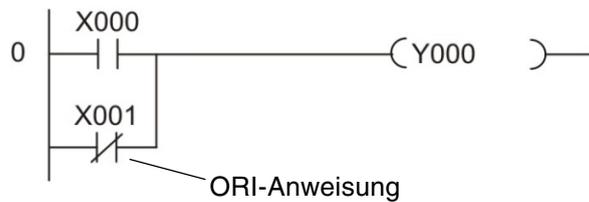
- 0 LD X000
- 1 OR X001
- 2 OUT Y000

Bei diesem Beispiel wird der Ausgang Y0 eingeschaltet, wenn X0 **oder** X1 eingeschaltet ist:



Beispiel für die ORI-Anweisung

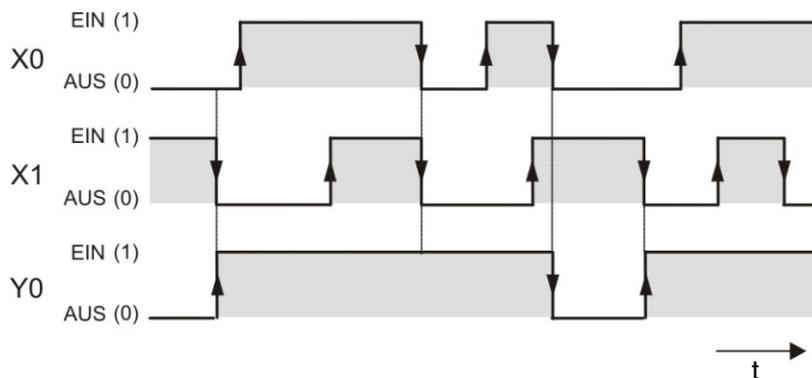
Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X000
1	ORI	X001
2	OUT	Y000

Der Ausgang Y0 ist eingeschaltet, wenn X0 eingeschaltet **oder** X1 ausgeschaltet ist:



3.4.6 Anweisungen zur Verbindung von Verknüpfungen

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
ANB	UND-Block, (Reihenschaltung von parallelen Verknüpfungen)	—	
ORB	ODER-Block (Parallelschaltung von in Reihe geschalteten Verknüpfungen)		

Die ANB- und die ORB-Anweisung sind zwar Anweisungen für die SPS, erscheinen bei der Programmierung im Kontaktplan aber nur als Verbindungslinien. Erst bei der Darstellung oder Programmierung des Programms als Anweisungsliste treten diese Anweisungen in Erscheinung und müssen auch mit ihrer Abkürzung ANB bzw. ORB eingegeben werden.

Beide Anweisungen kommen ohne Operanden aus und können beliebig oft im Programm verwendet werden. Die Anzahl der LD- und LDI-Anweisungen und somit auch die Anzahl der ORB- bzw. ANB-Anweisungen vor einer Ausgabeanweisung ist jedoch auf 8 begrenzt.

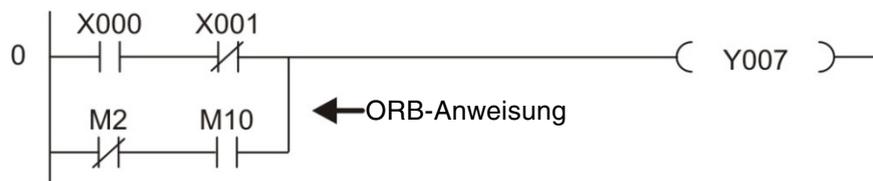
Beispiel für die ANB-AnweisungKontaktplanAnweisungsliste

```

0 LD   X000
1 ORI  M2   ← 1. Parallelschaltung (ODER-Verknüpfung)
2 LDI  X001
3 OR   M10  ← 2. Parallelschaltung (ODER-Verknüpfung)
4 ANB                    ← Eine ANB-Anweisung verbindet beide ODER-Verknüpfungen.
5 OUT  Y007

```

In diesem Beispiel wird der Ausgang Y07 eingeschaltet, wenn der Eingang X00 „1“ **oder** der Merker M2 „0“ ist **und** der Eingang X01 „0“ **oder** der Merker M10 „1“ ist.

Beispiel für die ORB-AnweisungKontaktplanAnweisungsliste

```

0 LD   X000
1 ANI  X001 ← 1. Reihenschaltung (UND-Verknüpfung)
2 LDI  M2
3 AND  M10  ← 2. Reihenschaltung (UND-Verknüpfung)
4 ORB                    ← Eine ORB-Anweisung verbindet beide UND-Verknüpfungen.
5 OUT  Y007

```

Der Ausgang Y07 wird eingeschaltet, wenn der Eingang X00 „1“ **und** der Eingang X01 „0“ ist **oder** wenn der Merker M2 „0“ **und** der Merker M10 „1“ ist.

3.4.7 Flankengesteuerte Ausführung von Verknüpfungen

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
LDP	Lade-Anweisung bei steigender Flanke des Operanden		
LDF	Lade-Anweisung bei fallender Flanke des Operanden		
ANDP	UND-Verknüpfung bei steigender Flanke des Operanden		
ANDF	UND-Verknüpfung bei fallender Flanke des Operanden		
ORP	ODER-Verknüpfung bei steigender Flanke des Operanden		
ORF	ODER-Verknüpfung bei fallender Flanke des Operanden		

Im SPS-Programm muss oft die steigende oder fallende Flanke von Operanden erfasst und ausgewertet werden. Bei einer steigenden Flanke wechselt der Signalzustand von „0“ nach „1“ und bei einer fallenden Flanke von „1“ nach „0“.

Verknüpfungen, die auf eine Flanke reagieren, liefern nur in dem Programmzyklus ein „1“-Signal, in dem der abgefragte Operand seinen Signalzustand ändert.

Ohne eine Flankenauswertung liefert zum Beispiel ein Schalter, der an einem Fließband von den vorbeilaufenden Paketen betätigt wird und mit dem die Anzahl der Pakete gezählt werden soll, ein falsches Ergebnis, denn dann erhöht sich der Zählerstand in jedem Programmzyklus um den Wert „1“, solange der Schalter betätigt ist. Wird aber die steigende Flanke des Eingangs erfasst, wird der Zählwert durch jedes Paket nur einmal erhöht.

Übrigens können die meisten Applikationsanweisungen ebenfalls flankengesteuert ausgeführt werden (siehe Kap. 5).

Auswertung einer steigenden Flanke

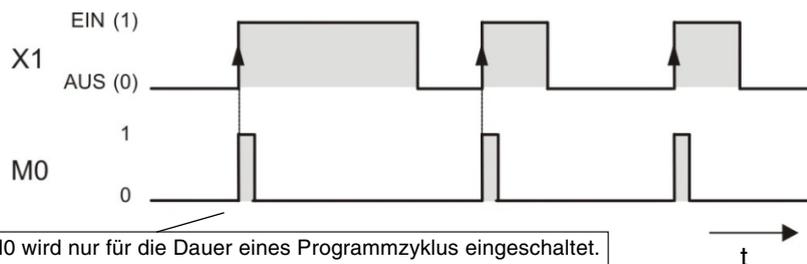
Kontaktplan

Anweisungsliste



```

0 LDP X001
1 OUT M0
    
```



Der Merker M0 wird nur für die Dauer eines Programmzyklus eingeschaltet.

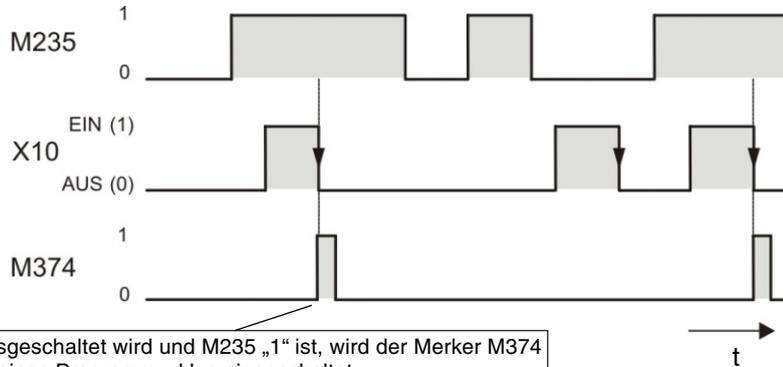
Auswertung einer fallenden Flanke

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	M235
1	ANDF	X010
2	OUT	M374



Wenn X10 ausgeschaltet wird und M235 „1“ ist, wird der Merker M374 für die Dauer eines Programmzyklus eingeschaltet.

Bis auf die Flankenauswertung ist die Funktion der LDP- und LDF-Anweisung, der ANDP- und ANDF-Anweisung sowie der ORP- und ORF-Anweisung identisch mit der LD-, der AND- bzw. der OR-Anweisung, d.h. die flankengesteuerten Anweisungen können genau so im Programm verwendet werden, wie die „normalen“ Anweisungen.

3.4.8 Setzen und Rücksetzen

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
SET	Setzen eines Operanden ^① , (Zuweisung von Signalzustand „1“)		
RST	Rücksetzen eines Operanden ^② , (Zuweisung von Signalzustand „0“)		

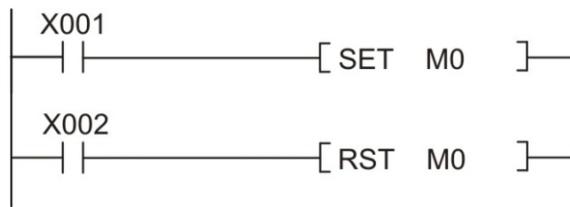
- ① Mit einer SET-Anweisung können Ausgänge (Y), Merker (M) und Schrittmerker (S) gesetzt werden.
- ② Mit einer RST-Anweisung können Ausgänge (Y), Merker (M), Schrittmerker (S), Timer (T), Counter (C) und Register (D, V, Z) zurückgesetzt werden.

Der Signalzustand einer OUT-Anweisung ist nur solange „1“, wie auch das Verknüpfungsergebnis vor der OUT-Anweisung „1“ ist. Wird zum Beispiel an einem Eingang ein Taster angeschlossen und an einem Ausgang eine Lampe, brennt bei der Kombination einer LD- und einer OUT-Anweisung die Lampe nur, solange der Taster betätigt wird.

Mit einer SET-Anweisung wird ein Ausgang oder Merker nach einem kurzem Einschaltimpuls eingeschaltet (= gesetzt). Der Operand bleibt dann solange eingeschaltet, bis er durch eine RST-Anweisung wieder ausgeschaltet (= zurückgesetzt) wird. So lassen sich z. B. Selbsthaltungen oder das Ein- und Ausschalten von Antrieben mit Hilfe von Drucktastern realisieren. (Ein Ausgang wird auch ausgeschaltet, wenn die SPS gestoppt oder die Versorgungsspannung ausgeschaltet wird. Einige der Merker behalten auch in diesen Fällen ihren letzten Signalzustand, bleiben also zum Beispiel gesetzt.)

Zur Eingabe einer SET- oder RST-Anweisung im Kontaktplan klicken Sie bitte in der Werkzeugleiste von GX Works2 auf das oben abgebildete Symbol oder betätigen die Taste **F8**. Geben Sie dann die Anweisung und den Operanden ein, z. B. SET Y1.

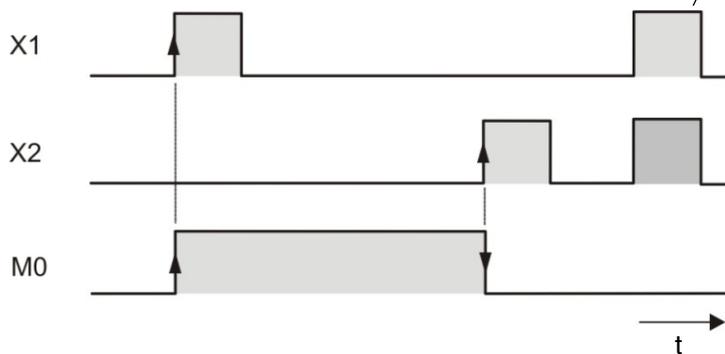
Kontaktplan



Anweisungsliste

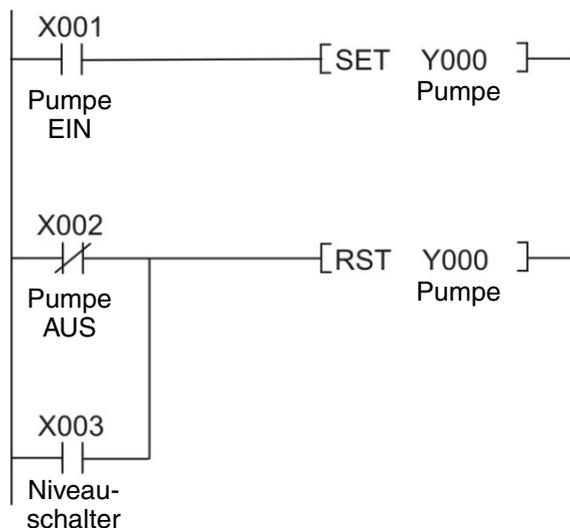
0	LD	X001
1	SET	M0
2	LD	X002
3	RST	M0

Wenn die Setz- und die Rücksetzanweisung eines Operanden im selben Zyklus „1“ sind, hat die in der Reihenfolge letzte Operation Vorrang. In diesem Beispiel ist das die RST-Anweisung, M0 wird nicht gesetzt.



Als Beispiel für eine Anwendung ist eine Pumpensteuerung zur Füllung eines Behälters dargestellt. Die Pumpe kann mit den Tastern „EIN“ und „AUS“ manuell gesteuert werden. Aus Sicherheitsgründen wird zum Ausschalten ein Taster mit Öffnerkontakt verwendet. Wenn der Behälter gefüllt ist, schaltet ein Niveauschalter die Pumpe aus.

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X001
1	SET	Y000
2	LDI	X002
3	OR	X003
4	RST	Y000

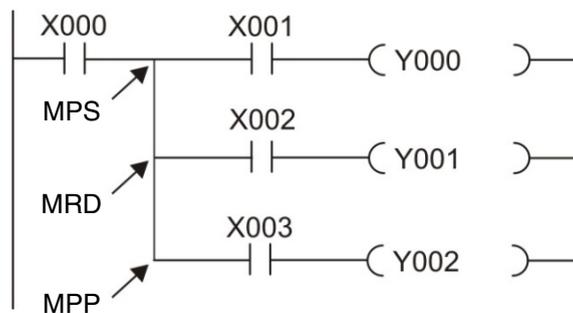
3.4.9 Speichern, Lesen und Löschen eines Verknüpfungsergebnisses

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
MPS	Speichern eines Verknüpfungsergebnisses	—	—
MRD	Lesen eines gespeicherten Verknüpfungsergebnisses	—	—
MPP	Lesen und Löschen eines gespeicherten Verknüpfungsergebnisses	—	—

Mit den Anweisungen MPS, MRD und MPP können Verknüpfungs(zwischen)ergebnisse gespeichert, abgerufen und gelöscht werden. Durch diese Anweisungen können Verknüpfungsebenen aufgebaut und dadurch das Programm übersichtlich gestaltet werden.

Bei der Eingabe des Programms in Kontaktplan werden diese Anweisungen von der Programmier-Software automatisch eingefügt. Nur bei der Darstellung oder Programmierung in der Anweisungsliste werden die MPS-, MRD- und MPP-Anweisung angezeigt bzw. müssen eingegeben werden.

Kontaktplan

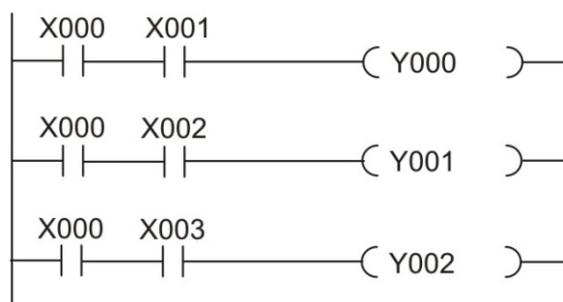


Anweisungsliste

0	LD	X000
1	MPS	
2	AND	X001
3	OUT	Y000
4	MRD	
5	AND	X002
6	OUT	Y001
7	MPP	
8	AND	X003
9	OUT	Y002

Zum besseren Verständnis der oben dargestellten Programmsequenz ist das gleiche Beispiel noch einmal mit einer anderen Art der Programmierung dargestellt.

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X000
1	AND	X001
2	OUT	Y000
3	LD	X000
4	AND	X002
5	OUT	Y001
6	LD	X000
7	AND	X003
8	OUT	Y002

Die Operanden (im Beispiel X0) müssten wiederholt programmiert werden. Es ergibt sich somit ein erhöhter Programmieraufwand, insbesondere bei längeren Programmen und umfangreichen Strompfaden.

Für die letzte Ausgabeanweisung muss MPP statt MRD verwendet werden, um den Verknüpfungsspeicher zu löschen. Es können auch mehrere MPS-Anweisungen verwendet und so bis zu 11 Verknüpfungsebenen gebildet werden. Weitere Beispiele zu den Anweisungen MPS, MPP und MRS finden Sie in der Programmieranleitung der FX-Familie, Art.-Nr. 136748.

3.4.10 Erzeugung eines Impulses

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
PLS	Setzen eines Operanden* für die Dauer eines Programmzyklus bei steigender Flanke der Eingangsbedingung		
PLF	Setzen eines Operanden* für die Dauer eines Programmzyklus bei fallender Flanke der Eingangsbedingung		

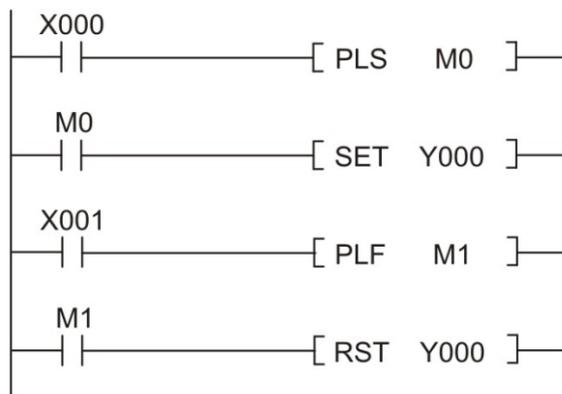
* Mit einer PLS- oder PLF-Anweisung können Ausgänge (Y) und Merker (M) gesteuert werden.

Wird eine PLS-Anweisung an Stelle einer OUT-Anweisung verwendet, hat der angegebene Operand nur in dem Programmzyklus den Signalzustand „1“, in dem der Signalzustand der Verknüpfungen vor der PLS-Anweisung von „0“ nach „1“ wechselt (steigende Flanke).

Eine PLF-Anweisung reagiert bei der fallenden Flanke und liefert für einen Programmzyklus den Signalzustand „1“, wenn der Signalzustand der Verknüpfungen vor dieser Anweisung von „1“ nach „0“ wechselt

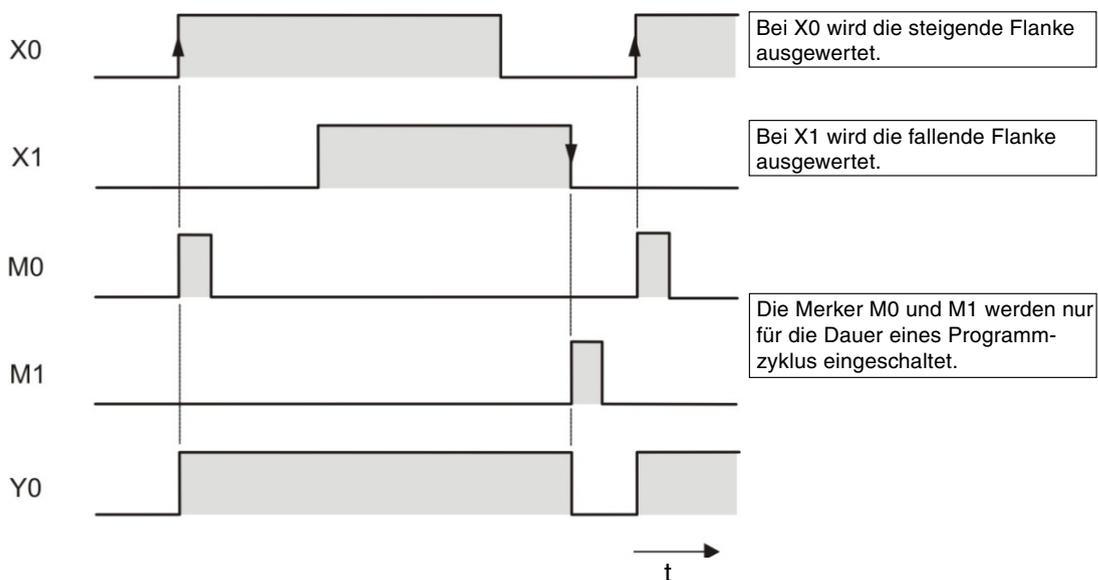
Zur Eingabe einer PLS oder PLF-Anweisung im Kontaktplan wird in der Werkzeugleiste des GX Works2 auf das oben abgebildete Symbol geklickt oder die Taste **F8** betätigt. Anschließend wird dann die Anweisung und der Operand eingegeben, z. B. PLS Y2.

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X000
1	PLS	M0
2	LD	M0
3	SET	Y000
4	LD	X001
5	PLF	M1
6	LD	M1
7	RST	Y000



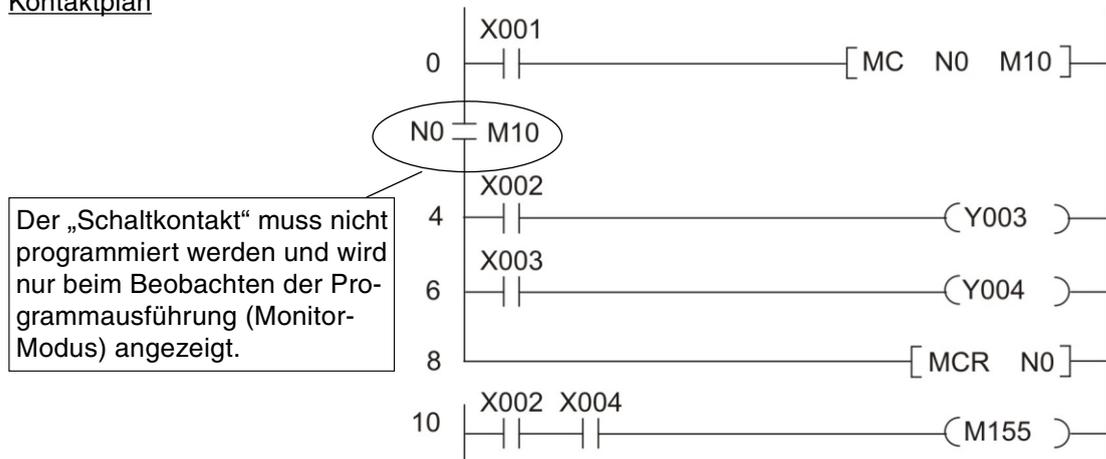
3.4.11 Hauptschalterfunktion (MC- und MCR-Anweisung)

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
MC	Master Control, Setzen einer Kontrollbedingung ^①	MC n □	
MCR	Master Control Reset, Zurücksetzen einer Kontrollbedingung ^②	MCR n	

- ① Als Operanden einer MC-Anweisung können Ausgänge (Y) und Merker (M) verwendet werden. n: N0 bis N7
- ② n: N0 bis N7

Durch Setzen (MC) oder Zurücksetzen (MCR) einer Kontrollbedingung können einzelne Programmbereiche aktiviert oder deaktiviert werden. Eine Master-Control-Anweisung kann bei der Programmierung im Kontaktplan mit einem Schalter in der linken Sammelschiene verglichen werden, der geschlossen sein muss, damit der nachfolgende Programmteil abgearbeitet werden kann.

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X001	
1	MC	N0	M10
4	LD	X002	
5	OUT	Y003	
6	LD	X003	
7	OUT	Y004	
8	MCR	N0	
10	LD	X002	
11	AND	X004	
12	OUT	M155	

Im oben abgebildeten Beispiel werden die Strompfade zwischen der MC- und der MCR-Anweisung nur bearbeitet, wenn der Eingang X001 eingeschaltet ist.

Welcher Programmbereich aktiviert werden soll, wird durch die Angabe einer Programmverzweigungsadresse N0 bis N7 (der sogenannten Nesting-Adresse) festgelegt. Die Angabe des Operanden Y oder M definiert einen Einschaltkontakt. Dieser Kontakt aktiviert den Programmbereich, sobald die Eingangsbedingung für die MC-Anweisung erfüllt ist.

Wenn die Eingangsbedingung einer MC-Anweisung nicht erfüllt ist, verändern sich die Zustände der Operanden zwischen MC und MCR wie folgt:

- Remanente Timer und Countern sowie Operanden, die mit SET- und RST-Anweisungen gesteuert werden, behalten ihren Zustand
- Nichtremanente Timer und Operanden, die mit einer OUT-Anweisung angesprochen werden, werden zurückgesetzt.

(Eine Beschreibung der oben genannten Timer und Counter finden Sie im nächsten Kapitel.)

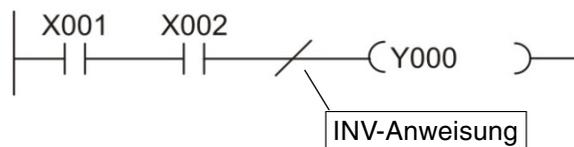
3.4.12 Verknüpfungsergebnis umkehren

Anweisung	Bedeutung	Symbol	GX Works2 FX
INV	Umkehrung eines Verknüpfungsergebnisses		

Eine INV-Anweisung wird ohne Operanden angegeben und kehrt das Verknüpfungsergebnis, das vor der Ausführung der INV-Anweisung gültig war, um:

- Lautet das Verknüpfungsergebnis „1“, wird es nach der Inversion „0“.
- Lautet das Verknüpfungsergebnis „0“, wird es nach der Inversion „1“.

Kontaktplan

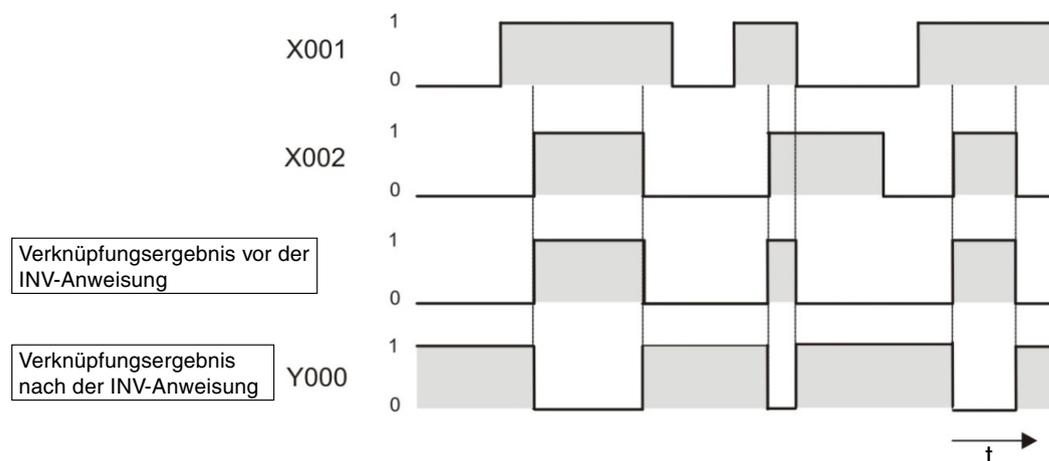


Anweisungsliste

```

0 LD X001
1 AND X002
2 INV
3 OUT Y000
    
```

Für das oben gezeigte Beispiel ergibt sich der folgende Signalverlauf:



Die INV-Anweisung kann verwendet werden, wenn das Ergebnis einer komplexen Verknüpfung umgekehrt werden muss. Sie kann an der gleichen Position wie eine AND- oder ANI-Anweisung programmiert werden.

Eine INV-Anweisung kann nicht wie eine LD-, LDI-, LDP- oder LDF-Anweisung am Anfang einer Verknüpfung programmiert werden.

3.5 Sicherheit geht vor!

Eine SPS hat zwar viele Vorteile gegenüber einer festverdrahtenden Steuerung, bei Fragen der Sicherheit darf man sich aber nicht vollständig auf sie verlassen.

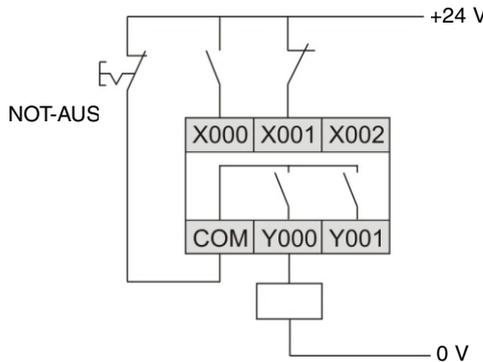
NOT-AUS-Einrichtungen

Durch Fehler in der Steuerung einer Anlage dürfen weder Personen noch Maschinen gefährdet werden. Deshalb müssen NOT-AUS-Einrichtungen auch wirksam sein, wenn die SPS nicht mehr korrekt arbeitet und z. B. die Spannungsversorgung der SPS-Ausgänge abschalten.

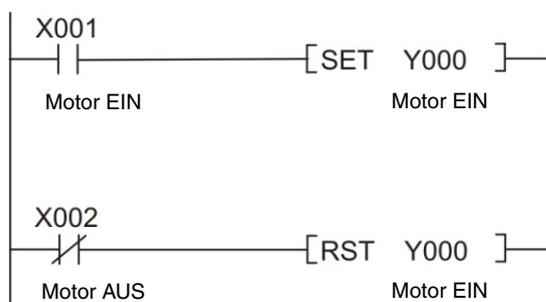
Auf keinen Fall darf ein NOT-AUS-Taster nur als Eingang in der SPS verarbeitet und die Abschaltung durch das Programm ausgelöst werden.

Sicherheit auch bei Drahtbruch

Die Betriebssicherheit muss auch gewährleistet sein, wenn die Übertragung der Signale von den Schaltern zur SPS unterbrochen wird. Aus diesem Grund werden Einschaltbefehle durch Schalter oder Taster mit Schließerkontakten und Ausschaltbefehle mit Öffnerkontakten zur SPS übermittelt.



In diesem Beispiel kann das Schütz für einen Antrieb zusätzlich durch einen NOT-AUS-Schalter ausgeschaltet werden.



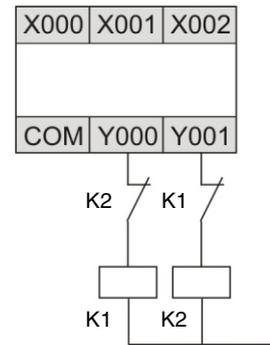
Im Programm wird der Schließerkontakt des EIN-Tasters mit einer LD-Anweisung und der Öffnerkontakt des AUS-Tasters mit einer LDI-Anweisung abgefragt. Der Ausgang und damit der Antrieb wird abgeschaltet, wenn der Eingang X002 den Signalzustand „0“ hat. Das ist der Fall bei der Betätigung des AUS-Tasters oder wenn die Verbindung zwischen dem Taster und dem Eingang X002 unterbrochen wird.

Dadurch wird auch bei einem Drahtbruch der Antrieb abgeschaltet bzw. das Einschalten verhindert. Außerdem hat das Ausschalten Vorrang, weil es im Programm nach dem Einschalten bearbeitet wird.

Verriegelungskontakte

Falls bei einer Schaltung zwei Ausgänge nicht gleichzeitig eingeschaltet werden dürfen, wie z. B. bei der Umschaltung der Drehrichtung von Antrieben, muss diese Verriegelung auch durch Kontakte der angesteuerten Schütze erfolgen. Im Programm findet nur eine interne Verriegelung statt und bei einem Fehler der SPS könnten beide Ausgänge gleichzeitig eingeschaltet werden.

Beispiel für eine Verriegelung durch Schützkontakte: Die Schütze K1 und K2 können nicht zusammen eingeschaltet werden.



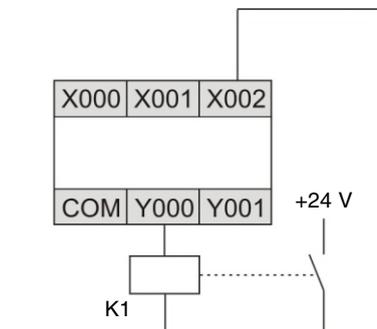
Zwangsabschaltungen

Wenn durch eine SPS Bewegungsabläufe gesteuert werden und durch das Überfahren eines Endpunktes Gefahren auftreten können, müssen zusätzliche Endschalter vorgesehen werden, die in diesem Fall die Bewegung unmittelbar und unabhängig von der SPS unterbrechen. Ein Beispiel für eine Zwangsabschaltung finden Sie im Abschnitt 3.6.2.

Signalrückführungen

In der Regel werden Ausgänge der SPS nicht überwacht. Ein Ausgang wird eingeschaltet und im Programm wird davon ausgegangen, dass außerhalb der SPS die gewünschte Reaktion eintritt. In den meisten Fällen ist das ausreichend. Bei sensiblen Anwendungen jedoch, bei denen Fehler im Ausgangskreis, wie Drahtbrüche oder verschweißte Schütze, schwerwiegende Folgen für die Sicherheit oder die Funktion haben können, sollten auch die ausgegebenen Signale der SPS überwacht werden.

In diesem Beispiel schaltet ein Schließerkontakt von Schütz K1 den Eingang X002 ein, wenn der Ausgang Y000 eingeschaltet wird. So kann im Programm überwacht werden, ob dieser Ausgang und das angeschlossene Schütz korrekt arbeiten. Nicht erfasst wird, ob die geschaltete Last sich wie gewünscht verhält (z. B. ob sich ein Antrieb tatsächlich dreht). Dazu sind weitere Überwachungen notwendig, wie beispielsweise eine Überwachung der Lastspannung oder Drehwächter.



3.6 Umsetzung einer Steuerungsaufgabe

Eine speicherprogrammierbare Steuerung bietet Ihnen fast unbegrenzte Möglichkeiten zur Verknüpfung von Ein- und Ausgängen. Bei der Vielzahl von Anweisungen, die die Steuerungen der MELSEC FX-Familie bieten, gilt es die zur Lösung einer Steuerungsaufgabe geeigneten Anweisungen auszuwählen und mit ihnen das Programm zu realisieren.

Anhand von zwei einfachen Steuerungsaufgaben soll der Weg von der Aufgabenstellung bis zum fertigen Programm aufgezeigt werden.

3.6.1 Alarmanlage

Schon vor der Programmierung muss die Aufgabenstellung klar sein. Man fängt sozusagen „von hinten“ an und beschreibt, was die SPS leisten soll:

Aufgabenstellung

Es soll eine Alarmanlage erstellt werden, die über mehrere Meldeschleifen verfügt und verzögerte Ein- und Ausschaltfunktionen aufweist.

- Mit einem Schlüsselschalter wird die Anlage nach einer Verzögerungszeit von 20 s scharfgeschaltet. So bleibt Zeit, das Haus zu verlassen. In dieser Zeit wird angezeigt, ob die Meldekreise geschlossen sind.
- Bei Unterbrechung eines Meldekreises soll ein Alarm ausgelöst werden (Ruhestromprinzip, dadurch erfolgt auch bei Sabotage eine Alarmierung). Zusätzlich soll angezeigt werden, durch welchen Meldekreis der Alarm ausgelöst wurde.
- Nach einer Wartezeit von 10 s sollen eine Hupe und eine Leuchte zur Alarmierung eingeschaltet werden. (Der Alarm wird erst nach einer Wartezeit ausgelöst, um die Anlage nach Betreten des Hauses entschärfen zu können. Aus diesem Grund wird auch mit einer gesonderten Leuchte angezeigt, ob die Anlage scharfgeschaltet ist.)
- Die akustische Alarmmeldung soll für die Dauer von 30 s ertönen. Das optische Signal dagegen soll bis zum Entschärfen der Anlage eingeschaltet bleiben.
- Der Alarm soll durch den Schlüsselschalter gelöscht werden können.

Festlegung der Ein- und Ausgangssignale

Als nächstes muss festgelegt werden, welche Ein- und Ausgangssignale verarbeitet werden müssen. Aus der Funktionsbeschreibung ergibt sich, dass zur Bedienung der Alarmanlage ein Schlüsselschalter und 4 Meldeleuchten benötigt werden. Weiter werden noch mindestens drei Eingänge für die Meldekreise und zwei Ausgänge durch die Hupe und die Blinkleuchte belegt. Insgesamt werden 4 Eingänge und 6 Ausgänge verwendet. Dann werden die Signale den Ein- und Ausgängen der SPS zugeordnet:

Funktion		Kennzeichen	Adresse	Bemerkung
Eingänge	Anlage „scharf“	S1	X1	Schließkontakt (Schlüsselschalter)
	Meldekreis 1	S11, S12	X2	Öffnerkontakte (Ein Alarm wird ausgelöst, wenn der Eingang den Signalzustand „0“ hat.)
	Meldekreis 2	S21, S22	X3	
	Meldekreis 3	S31, S32	X4	
Ausgänge	Anzeige „Alarm scharf“	H0	Y0	Die Funktion der Ausgänge wird erfüllt, wenn der entsprechende Ausgang eingeschaltet wird. Wird z. B. Y1 eingeschaltet, ertönt ein akustisches Signal.
	Akustischer Alarm (Hupe)	E1	Y1	
	Optischer Alarm (Rundumleuchte)	H1	Y2	
	Anzeige Meldekreis 1	H2	Y3	
	Anzeige Meldekreis 2	H3	Y4	
	Anzeige Meldekreis 3	H4	Y5	

Programmierung

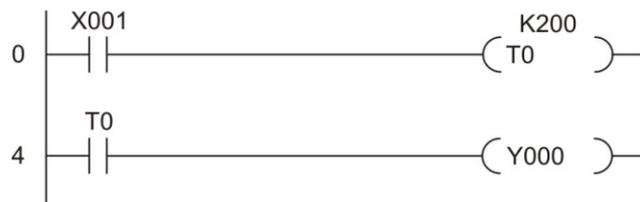
Nun kann programmiert werden. Ob und wie viele Merker benötigt werden, zeigt sich meist erst bei der Programmierung. Sicher ist, dass bei dieser Alarmanlage drei Zeitglieder wichtige Funktionen übernehmen. Bei einer festverdrahteten Steuerung kommen Zeitrelais zum Einsatz, in einer SPS dagegen werden die Zeiten elektronisch realisiert (siehe Abschnitt 4.3). Diese „Timer“ können auch schon vor der Programmierung festgelegt werden:

Funktion	Adresse	Bemerkung
Zeitgeber	Verzögerung beim Scharfstellen	T0
	Verzögerung bei Alarmauslösung	T1
	Einschaltzeit für die Hupe	T2

Dann werden die einzelnen Teilaufgaben der Steuerungsaufgabe gelöst:

- Alarmanlage zeitverzögert „scharf“ schalten

Kontaktplan



Anweisungsliste

```

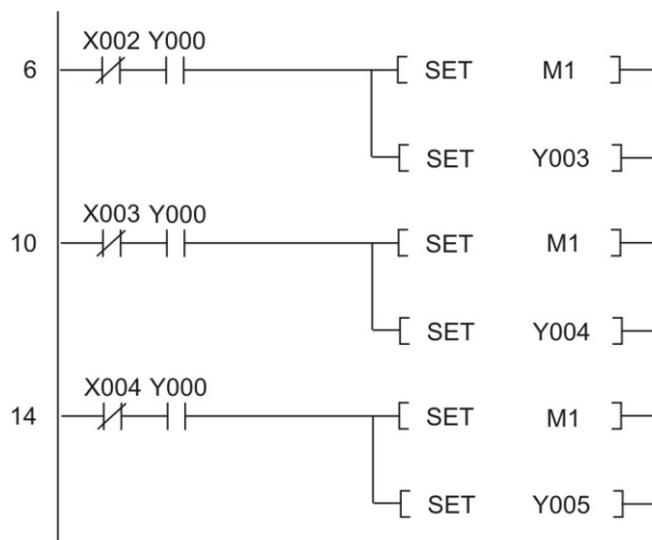
0 LD X001
1 OUT T0 K200
4 LD T0
5 OUT Y000

```

Nach dem Einschalten des Schüsselschalters läuft die mit dem Zeitgeber T0 realisierte Einschaltverzögerung. Nach Ablauf von 20 s ($K200 = 200 \times 0,1 \text{ s} = 20 \text{ s}$) wird mit der am Ausgang Y000 angeschlossenen Kontrollleuchte angezeigt, dass die Alarmanlage eingeschaltet ist.

- Meldekreise überwachen und Alarm erkennen

Kontaktplan



Anweisungsliste

```

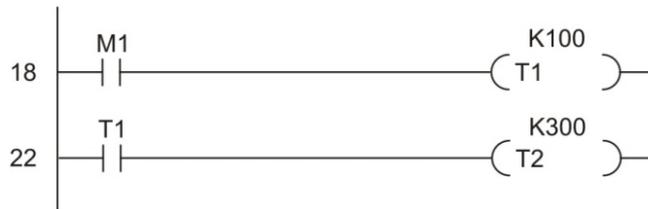
6 LDI X002
7 AND Y000
8 SET M1
9 SET Y003
10 LDI X003
11 AND Y000
12 SET M1
13 SET Y004
14 LDI X004
15 AND Y000
16 SET M1
17 SET Y005

```

Der Ausgang Y000 wird auch im Programm abgefragt, um festzustellen, ob die Alarmanlage eingeschaltet ist. Es könnte auch ein Merker verwendet werden, der parallel zu Y000 ein- und ausgeschaltet wird. Nur bei „scharfer“ Alarmanlage wird bei Unterbrechung eines Meldekreises der Merker M1 gesetzt, der anzeigt, dass ein Alarm ausgelöst wurde. Zusätzlich wird mit den Ausgängen Y003 bis Y005 signalisiert, welcher Meldekreis unterbrochen wurde. Der Merker M1 und der entsprechende Ausgang bleiben auch eingeschaltet, wenn der Meldekreis wieder geschlossen wird.

● Alarmauslösung verzögern

Kontaktplan



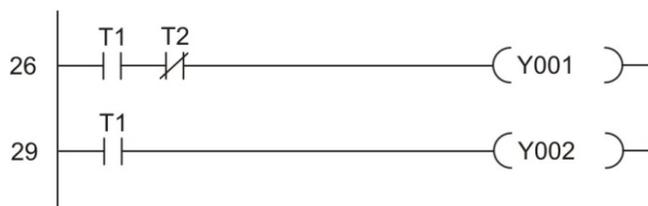
Anweisungsliste

18	LD	M1	
19	OUT	T1	K100
22	LD	T1	
23	OUT	T2	K300

Wird ein Alarm ausgelöst (M1 ist in diesem Fall „1“), wird die Verzögerungszeit von 10 s gestartet. Nach Ablauf dieser Zeit startet T1 den Zeitgeber T2, der auf 30 s eingestellt ist und der die Einschaltzeit der Sirene bestimmt.

● Alarm anzeigen (Sirene und Rundumleuchte einschalten)

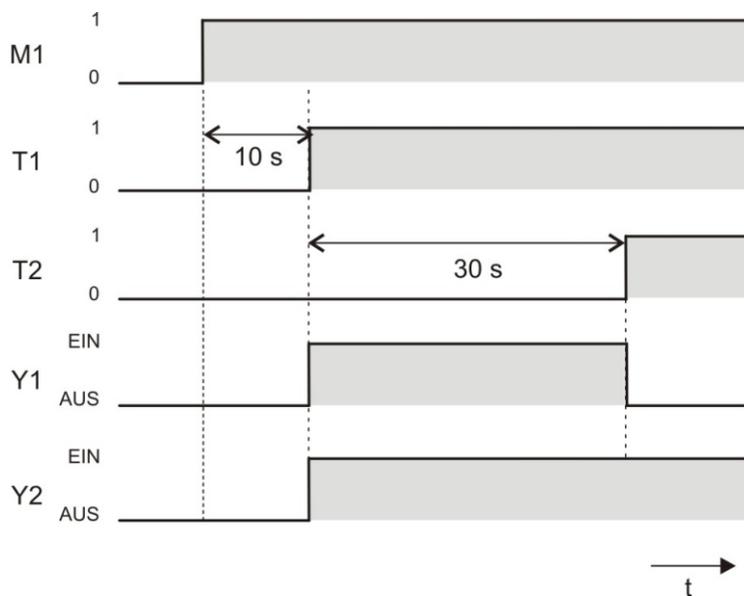
Kontaktplan



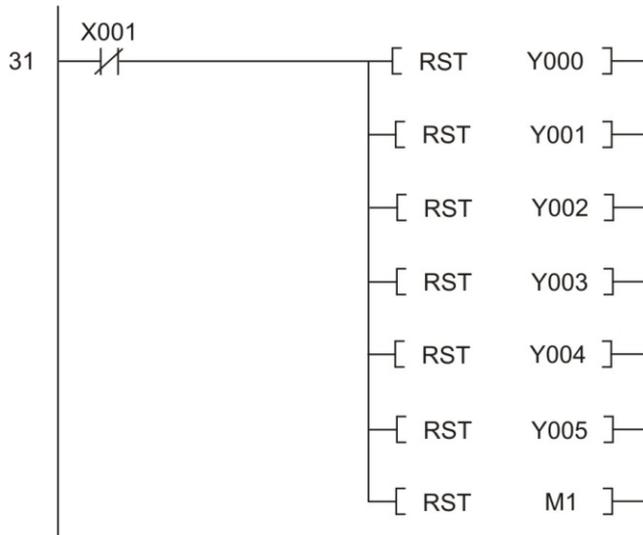
Anweisungsliste

26	LD	T1
27	ANI	T2
28	OUT	Y001
29	LD	T1
30	OUT	Y002

Nach der Einschaltverzögerung von 10 s (T1) und solange der Timer T2 noch läuft, wird die Sirene eingeschaltet. Nach Ablauf von 30 s (T2) verstummt die Sirene. Die Rundumleuchte wird ebenfalls nach 10 s eingeschaltet. Die folgende Abbildung zeigt den Signalverlauf für diesen Programmteil:



- Rücksetzen aller Ausgänge und des Merkers

KontaktplanAnweisungsliste

```

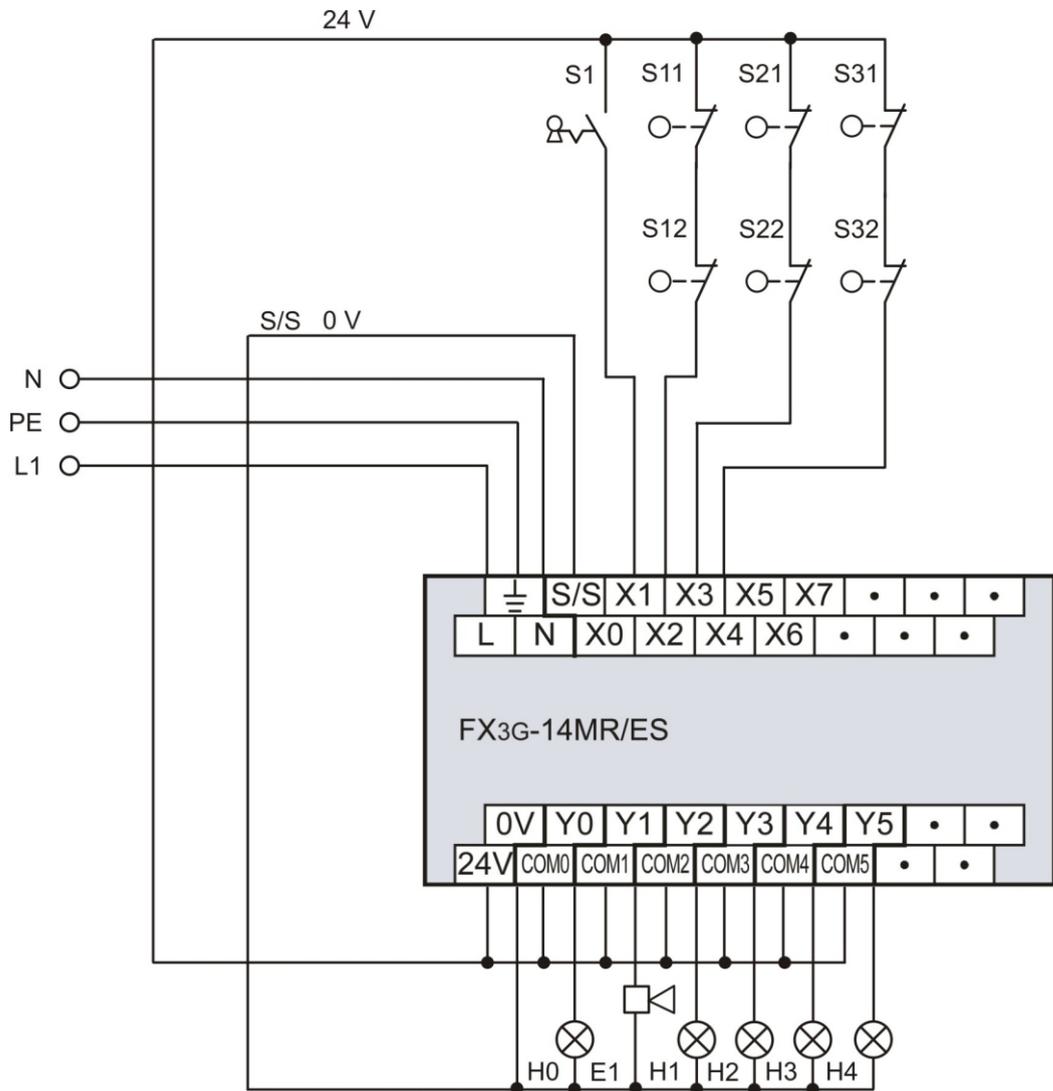
31 LDI X001
32 RST Y000
33 RST Y001
34 RST Y002
35 RST Y003
36 RST Y004
37 RST Y005
38 RST M1

```

Wenn die Alarmanlage mit dem Schlüsselschalter ausgeschaltet wird, werden auch alle verwendeten Ausgänge und der Merker M1 zurückgesetzt. Falls ein Alarm ausgelöst wurde, wird bis zu diesem Zeitpunkt angezeigt, welcher Meldekreis unterbrochen wurde.

Anschluss der SPS

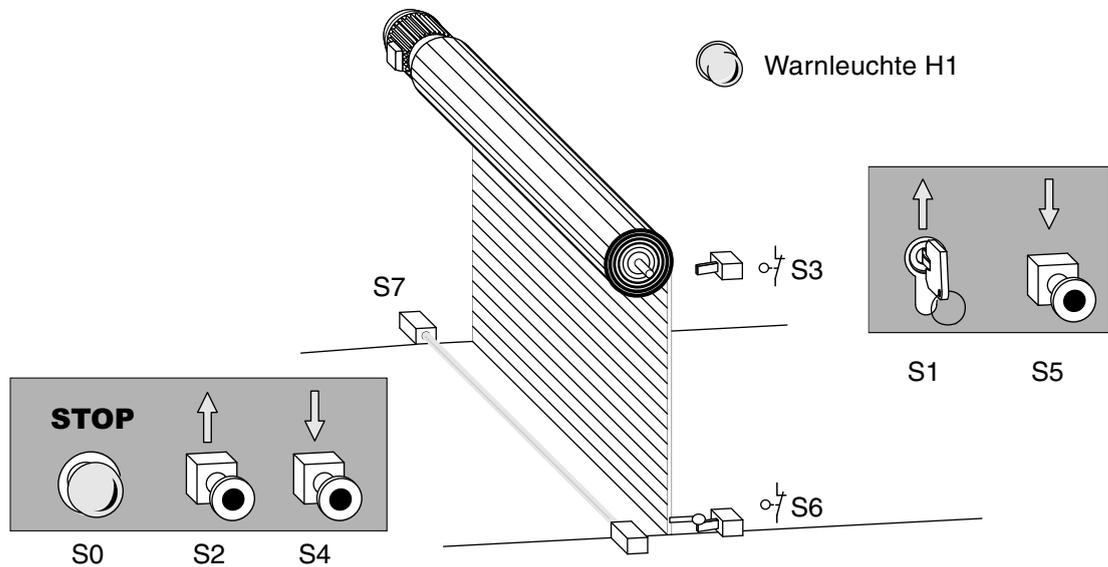
Die folgende Skizze zeigt, mit welchem geringem Aufwand die Alarmanlage, zum Beispiel mit einer FX3G-14MR, realisiert werden kann.



3.6.2 Rolltor

Funktionsbeschreibung

Ein Rolltor für den Zugang zu einer Lagerhalle soll so gesteuert werden, das die Bedienung von außen oder von innen komfortabel möglich ist. Dabei sollen aber auch Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden.



● Bedienung

- Von außen soll das Tor mit dem Schlüsseltaster S1 geöffnet und mit dem Taster S5 geschlossen werden können. In der Halle soll nach einer Betätigung des Tasters S2 das Tor öffnen und des Tasters S4 das Tor schließen.
- Eine zusätzliche Zeitsteuerung soll das Tor auch automatisch schließen, wenn es länger als 20 s geöffnet war.
- Die Zustände „Tor in Bewegung“ und „Tor steht in undefinierter Position“ sollen von einer blinkende Warnleuchte angezeigt werden.

● Sicherheitseinrichtungen

- Durch einen Stop-Schalter (S0) soll eine Bewegung des Tores jederzeit angehalten werden können und das Tor in seiner aktuellen Position bleiben. Dieser Stoppschalter hat keine NOT-AUS-Funktion! Aus diesem Grund wird der Schalter nur in der SPS verarbeitet und schaltet keine externen Spannungen.
- Wenn eine Lichtschranke (S7) beim Schließen des Tores ein Hindernis erkennt, soll das Tor automatisch geöffnet werden.
- Zum Stoppen des Motors in den beiden Endpositionen des Tores sind die beiden Endschalter S3 („Tor ist offen“) und S6 („Tor ist geschlossen“) vorgesehen.

Zuordnung der Ein- und Ausgangssignale

Durch die Funktionsbeschreibung ergibt sich schon die Zahl der benötigten Ein- und Ausgänge. Zur Ansteuerung des Antriebsmotors erfolgt über zwei Ausgänge. Die Signale werden den Ein- und Ausgängen der SPS zugeordnet:

Funktion		Kennzeichen	Adresse	Bemerkung
Eingänge	Tastenschalter STOPP	S0	X0	Öffnerkontakt (Bei Betätigung des Schalters ist X0 = „0“ und das Tor stoppt.)
	Schlüsselschalter Tor AUF (außen)	S1	X1	Schließerkontakte
	Taster Tor AUF (innen)	S2	X2	
	Endschalter oben (TOR geöffnet)	S3	X3	Öffnerkontakt (X2 = „0“, wenn das Tor oben und S3 betätigt ist.)
	Taster Tor ZU (innen)	S4	X4	Schließerkontakte
	Taster Tor ZU (außen)	S5	X5	
	Endschalter unten (Tor ZU)	S6	X6	Öffnerkontakt (X6 = „0“, wenn das Tor unten und S6 betätigt ist.)
	Lichtschranke	S7	X7	X7 wird „1“, wenn ein Hindernis erkannt wird
Ausgänge	Warnleuchte	H1	Y0	—
	Motorschütz (Motor Linkslauf)	K1	Y1	Linkslauf = Tor öffnen
	Motorschütz (Motor Rechtslauf)	K2	Y2	Rechtslauf = Tor schließen
Zeitgeber	Verzögerung für automatisches Schließen	—	T0	Zeit: 20 Sekunden

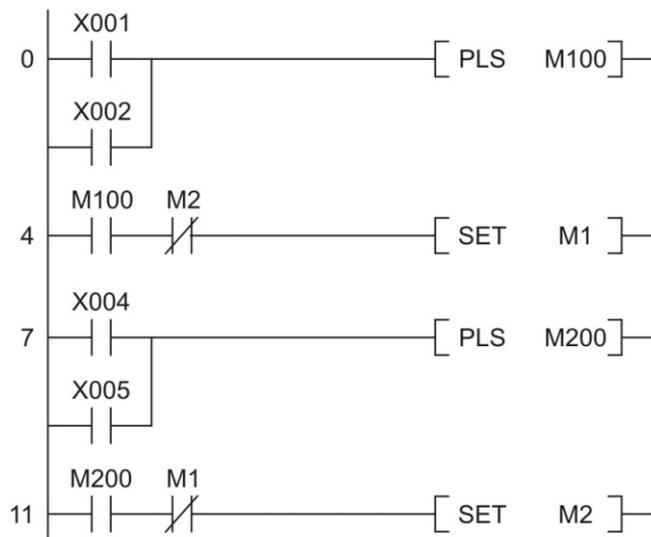
Programm

- Bedienung des Rolltores durch die Taster

Die Eingangssignale zur Bedienung des Tores müssen im Programm in zwei Befehle für den Antriebsmotor umgesetzt werden: „Tor öffnen“ und „Tor schließen“. Da es sich um Signale von Tastern handelt, die nur kurzzeitig an den Eingängen zur Verfügung stehen, müssen diese Signale gespeichert werden. Dazu werden zwei Merker gesetzt und zurückgesetzt, die im Programm zunächst stellvertretend für die Ausgänge stehen:

- M1: Tor öffnen
- M2: Tor schließen

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X001
1	OR	X002
2	PLS	M100
4	LD	M100
5	ANI	M2
6	SET	M1
7	LD	X004
8	OR	X005
9	PLS	M200
11	LD	M200
12	ANI	M1
13	SET	M2

Zuerst werden die Signale zum Öffnen des Tores verarbeitet: Wird der Schlüsseltaster S1 oder der Taster S2 betätigt, wird ein Impuls gebildet und M100 für nur einen Programmzyklus auf den Signalzustand „1“ gebracht. Dadurch kann das Tor nicht durch Festhalten oder Festklemmen eines Tasters blockiert werden.

Der Antrieb darf nur eingeschaltet werden, wenn er sich nicht in die Gegenrichtung dreht. Aus diesem Grund wird M1 nur gesetzt, wenn M2 nicht gesetzt ist.

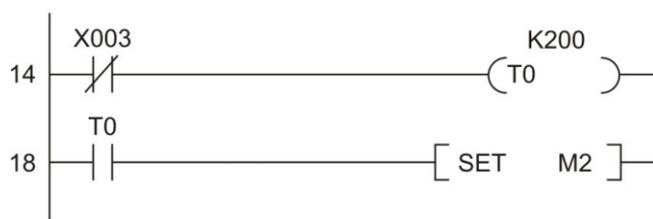
HINWEIS

Die Verriegelung der Drehrichtungen muss außerhalb der SPS noch durch eine Verriegelung durch die Schützkontakte ergänzt werden (siehe Schaltplan).

Die Auswertung der Taster S4 und S5 zum Schließen des Tores ist ähnlich realisiert. Hier verhindert die Abfrage von M1 auf den Signalzustand „0“, dass M1 und M2 gleichzeitig gesetzt sind.

- Tor nach 20 Sekunden automatisch schließen

Kontaktplan



Anweisungsliste

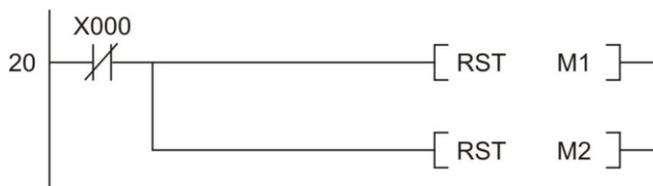
```

14 LDI X003
15 OUT T0 K200
18 LD T0
19 SET M2
    
```

Wenn das Tor geöffnet ist, wird S3 betätigt und der Eingang X3 ausgeschaltet. (S3 hat aus Sicherheitsgründen einen Öffnerkontakt.) Nun beginnt die mit T0 realisierte Verzögerungszeit von 20 s ($K200 = 200 \times 0,1 \text{ s} = 20 \text{ s}$). Nach Ablauf dieser Zeit wird der Merker M2 gesetzt und dadurch das Tor geschlossen.

- Tor mittels STOPP-Schalter anhalten

Kontaktplan



Anweisungsliste

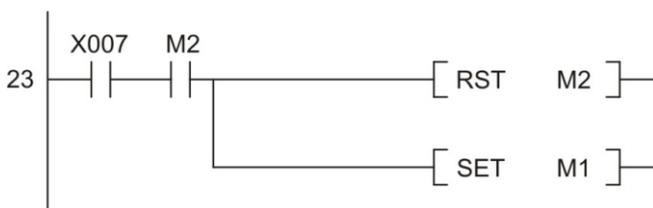
```

20 LDI X000
21 RST M1
22 RST M2
    
```

Durch Betätigung des STOPP-Tasters S0 werden die beiden Merker M1 und M2 zurückgesetzt und dadurch das Tor angehalten.

- Hinderniserkennung durch Lichtschranke

Kontaktplan



Anweisungsliste

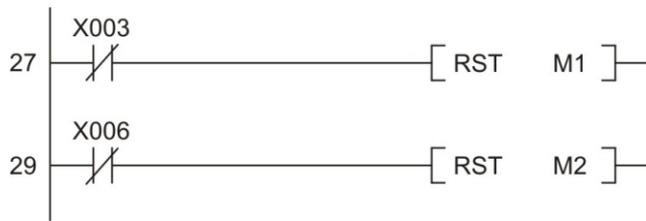
```

23 LD X007
24 AND M2
25 RST M2
26 SET M1
    
```

Wenn die Lichtschranke während des Schließens ein Hindernis erkennt, wird M2 zurückgesetzt und damit der Schließvorgang beendet. Anschließend wird M1 gesetzt und dadurch das Tor wieder geöffnet.

● Abschaltung des Motors durch Endschalter

Kontaktplan



Anweisungsliste

```

27 LDI  X003
28 RST  M1
29 LDI  X006
30 RST  M2
    
```

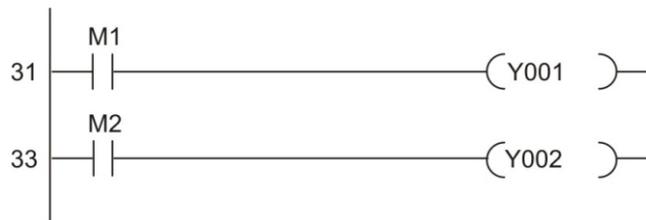
Durch das geöffnete Tor wird der Endschalter S3 betätigt und der Eingang X3 ausgeschaltet. Dadurch wird M1 zurückgesetzt und der Antrieb gestoppt. Erreicht das Tor die untere Position, wird S6 betätigt, X6 ausgeschaltet und dadurch M2 zurückgesetzt und der Antrieb angehalten. Aus Sicherheitsgründen haben die Endschalter Öffnerkontakte. Dadurch wird der Antrieb auch bei einer Unterbrechung der Verbindung zwischen Schalter und Eingang ausgeschaltet bzw. das Einschalten verhindert.

HINWEIS

Die Endschalter müssen auch unabhängig von der SPS den Antrieb stoppen und in die Verdrahtung mit einbezogen werden (siehe Schaltplan).

● Motorsteuerung

Kontaktplan



Anweisungsliste

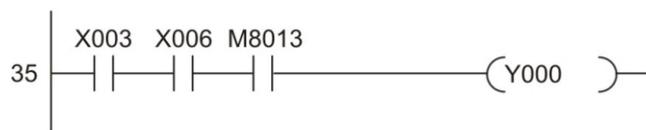
```

31 LD   M1
32 OUT  Y001
33 LD   M2
34 OUT  Y002
    
```

Am Ende des Programms werden die Signalzustände der beiden Merker M1 und M2 auf die Ausgänge Y001 bzw. Y002 übertragen.

● Warnleuchte: „Tor in Bewegung“ und „Tor in undefinierter Position“

Kontaktplan



Anweisungsliste

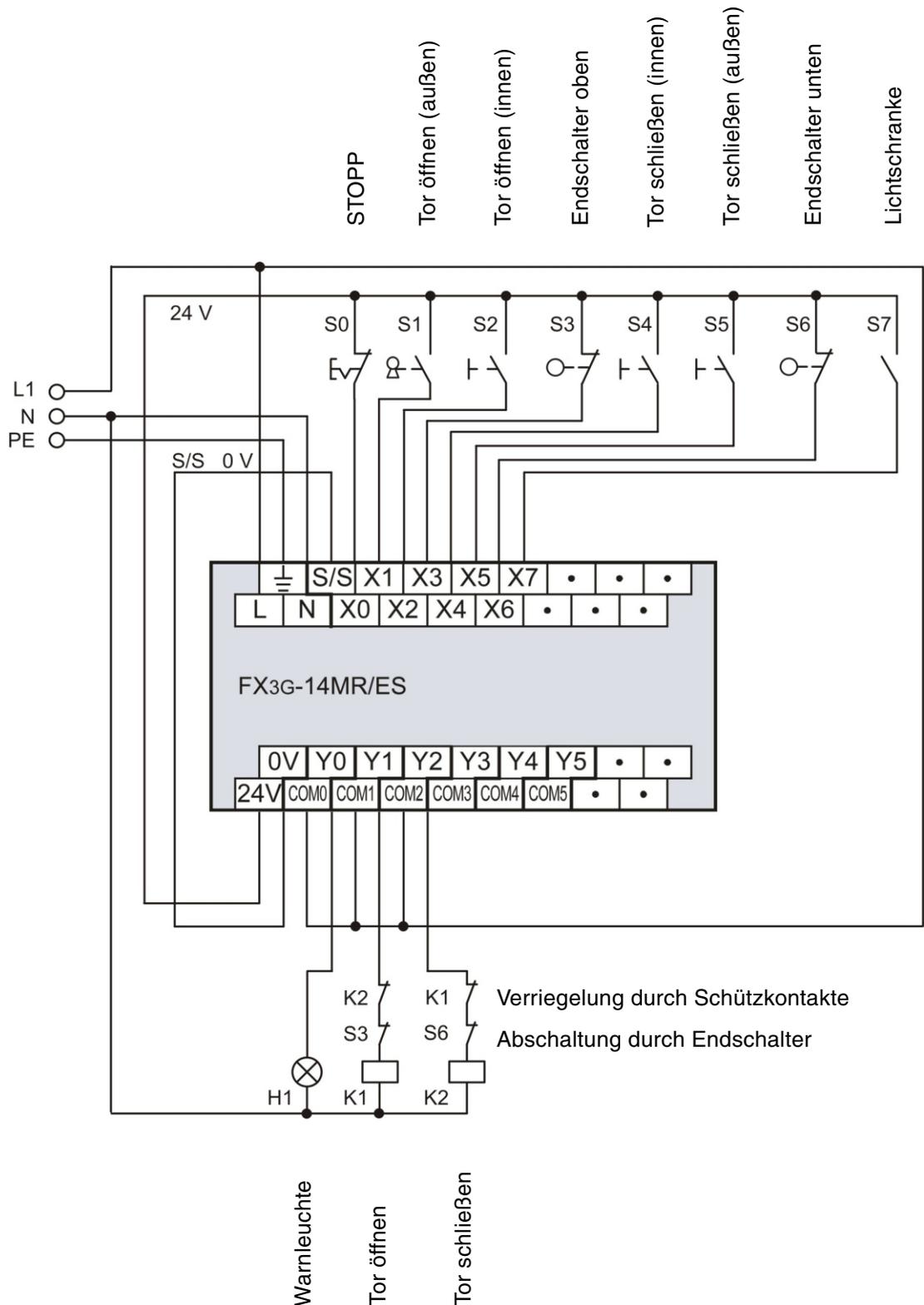
```

35 LD   X003
36 AND  X006
37 AND  M8013
38 OUT  Y000
    
```

Wenn keiner der beiden Endschalter betätigt ist, wird das Tor entweder geöffnet oder geschlossen oder es wurde in einer Zwischenstellung angehalten. In diesen Fällen blinkt eine Warnleuchte angesteuert. Als Blinktakt wird der Sondermerker M8013 verwendet, der automatisch im 1-s-Takt gesetzt und zurückgesetzt wird (siehe Abschnitt 4.2).

Anschluss der SPS

Für die oben beschriebene Steuerung eines Rolltors kann zum Beispiel eine FX3G-14MR eingesetzt werden.

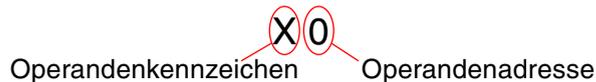


4 Operanden im Detail

Die Operanden einer SPS werden in Steuerungsanweisungen verwendet, das heißt, ihre Signalzustände oder Werte können durch das SPS-Programm abgefragt oder beeinflusst werden. Ein Operand besteht aus

- einem Operandenkennzeichen und
- einer Operandenadresse.

Beispiel für die Angabe eines Operanden (z. B. Eingang 0):



4.1 Ein- und Ausgänge

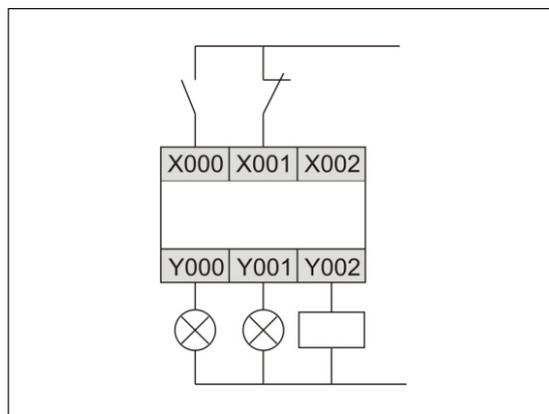
Die Ein- und Ausgänge verbinden eine SPS mit dem zu steuernden Prozess. Bei der Abfrage eines Eingangs durch das SPS-Programm wird die Spannung an einer Eingangsklemme der Steuerung geprüft. Da es sich um digitale Eingänge handelt, können sie nur zwei Signalzustände annehmen: EIN und AUS. Wenn die Spannung an der Eingangsklemme 24 V erreicht, ist der Eingang eingeschaltet (Signalzustand „1“). Bei einer geringeren Spannung gilt der Eingang als ausgeschaltet (Signalzustand „0“).

Als Operandenkennzeichen für Eingänge wird bei einer MELSEC SPS „X“ verwendet. Derselbe Eingang kann beliebig oft im Programm abgefragt werden.

HINWEIS

Durch das SPS-Programm kann der Zustand von Eingängen nicht verändert werden. Zum Beispiel ist die Angabe eines Eingangs als Operand einer OUT-Anweisung nicht möglich.

Wird als Operand einer Ausgabeanweisung ein Ausgang verwendet, wird das Verknüpfungsergebnis (der Signalzustand des Operanden) an der Ausgangsklemme der Steuerung ausgegeben. Bei Relaisausgängen zieht das entsprechende Relais an (alle Relais haben Schließkontakte), und bei Steuerungen mit Transistorausgängen schaltet der angesprochene Transistor durch und damit den angeschlossenen Verbraucher ein.



Beispiel für den Anschluss von Schaltern an den Eingängen und Lampen oder Schützen an den Ausgängen einer MELSEC SPS.

Das Operandenkennzeichen der Ausgänge ist „Y“. Ausgänge können nicht nur in Ausgabeanweisungen, sondern auch in Verknüpfungsanweisungen verwendet werden. Auf keinen Fall darf aber ein und derselbe Ausgang mehrmals als Operand einer Ausgabeanweisung programmiert werden (siehe auch Abschnitt 3.4.2).

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Ein- und Ausgänge der Steuerungen der MELSEC FX-Familie.

Operand		Eingänge	Ausgänge
Operandenkennzeichen		X	Y
Operandentyp		Bit-Operand	
Werte, die ein Operand annehmen kann		0 oder 1	
Angabe der Operandenadresse		Oktal	
Anzahl der Operanden und Adressen (abhängig vom Typ des Grundgeräts)	FX3G ^①	8 (X00–X07) 14 (X00–X07, X10–X15) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 36 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X43)	6 (Y00–Y05) 10 (Y00–Y07, Y10–Y11) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27)
	FX3GC ^①	16 (X00–X07, X10–X17)	16 (Y00–Y07, Y10–Y17)
	FX3GE ^①	14 (X00–X07, X10–X15) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27)	10 (Y00–Y07, Y10–Y11) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17)
	FX3S	6 (X00–X05) 8 (X00–X07) 12 (X00–X07, X10, X11, X12, X13) 16 (X00–X07, X10–X17)	4 (Y00–Y03) 6 (Y00–Y05) 8 (Y00–Y07) 14 (Y00–Y07, Y10–Y15)
	FX3U ^②	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 40 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47) 64 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57, X60–X67, X70–X77)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 40 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47) 64 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57, Y60–Y67, Y70–Y77)
	FX3UC ^②	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 48 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 48 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57)
	FX5U ^③	16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 40 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47)	16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 40 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47)
	FX5UC ^③	16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 48 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57)	16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 48 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57)

① Mit Erweiterungsgeräten kann die Anzahl der Eingänge auf max. 128 (X177) und die Anzahl der Ausgänge auf max. 128 (Y177) erhöht werden. Die Summe der Ein- und Ausgänge darf jedoch 128 nicht überschreiten.

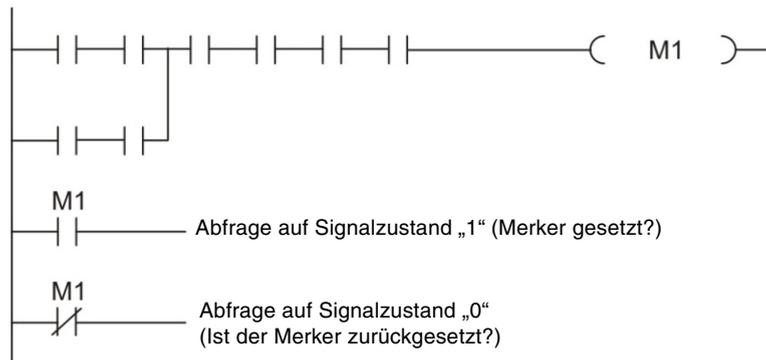
② Mit Erweiterungsgeräten kann die Anzahl der Eingänge auf max. 248 (X367) und die Anzahl der Ausgänge auf max. 248 (Y367) erhöht werden. Die Summe der Ein- und Ausgänge darf jedoch 256 nicht überschreiten.

③ Mit Erweiterungsgeräten kann die Anzahl der Eingänge und die Anzahl der Ausgänge erhöht werden. Die Summe der Ein- und Ausgänge darf 256 nicht überschreiten.

4.2 Merker

Oft müssen in einem SPS-Programm binäre Zwischenergebnisse (Signalzustand „0“ oder „1“) gespeichert werden. Für diesen Zweck stehen in einer SPS „Merker“ zur Verfügung (Operandenkennzeichen: „M“).

In Merkern wird das Verknüpfungs(zwischen)ergebnis zum Beispiel mit einer OUT-Anweisung eingetragen und kann danach mit Verknüpfungsanweisungen abgefragt werden. Merker helfen, das Programm übersichtlich zu gestalten und sparen Programmschritte. Verknüpfungsergebnisse, die mehrmals im Programm benötigt werden, können auf einen Merker gelegt und danach beliebig oft verwendet werden.



Die Steuerungen der FX-Familie besitzen neben „normalen“ Merkern auch sogenannte Latch-Merker. Die normalen, ungepufferten Merker werden beim Ausschalten der Versorgungsspannung der SPS auf den Signalzustand „0“ zurückgesetzt und haben diesen Zustand auch nach dem Einschalten der SPS. Latch-Merker dagegen behalten auch bei einem Spannungsausfall ihre Informationen.

Operand		Merker	
		Ungepufferte Merker	Latch-Merker
Operandenkennzeichen		M	
Operandentyp		Bit-Operand	
Werte, die ein Operand annehmen kann		0 oder 1	
Angabe der Operandenadresse		Dezimal	
Anzahl der Operanden und Adressen	FX3G FX3GC FX3GE	384 (M0–M383) 6144 (M1536–M7679) ^①	1152 (M384–M1535)
	FX3S	384 (M0–M383) 1024 (M512–M1535)	128 (M384–M511)
	FX3U FX3UC	500 (M0–M499) ^②	524 (M500–M1023) ^③ 6656 (M1024–M7679)
	FX5U FX5UC	max. 32768 (M0–M32767) ^④	max. 32768 (M0–M32767) ^④

① Wenn die optionale Batterie installiert ist, kann diesen Merkern in den SPS-Parametern die Funktion von Latch-Merkern zugewiesen werden. Sie werden dann durch die Batterie gepuffert.

② Diesen Merkern kann in den SPS-Parametern auch die Funktion von Latch-Merkern zugewiesen werden.

③ Diesen Merkern kann in den SPS-Parametern auch die Funktion von ungepufferten Merkern zugewiesen werden.

④ Die Anzahl kann in den Parametern im Rahmen der Kapazität des integrierten Speichers der CPU geändert werden.

4.2.1 Sondermerker

Neben den Merkern, die vom Anwender im Programm beliebig ein- und ausgeschaltet werden können, existieren noch *Sondermerker*. Diese Merker belegen den Bereich ab der Adresse M8000 und zeigen bestimmte Systemzustände an oder beeinflussen die Programmbearbeitung. Die folgende Tabelle zeigt nur eine kleine Auswahl der Sondermerker.

Sondermerker	Beschreibung	Verarbeitung im Programm
M8000	In der Betriebsart „RUN“ der SPS ist der Signalzustand dieses Merkers immer „1“.	Abfrage des Signalzustands
M8001	In der Betriebsart „RUN“ der SPS ist der Signalzustand dieses Merkers immer „0“.	
M8002	Initialisierungsimpuls (Nach dem Einschalten der Betriebsart „RUN“ ist dieser Merker für die Dauer eines Programmzyklus „1“.)	
M8004	SPS-Fehler	
M8005	Niedrige Batteriespannung	
M8013	Taktgeber: 1 Sekunde	
M8031	Alle Operanden löschen (außer Datenregister D), die nicht im batteriegepufferten Bereich eingetragen sind.	Abfrage des Signalzustands
M8034	Ausgänge sperren; die Ausgänge werden nicht eingeschaltet, das Programm wird aber weiter bearbeitet.	Zuweisung eines Signalzustands

Die Grundgeräte der FX5U- und FX5UC-Serie bieten neben den (FX-kompatiblen) Sondermerkern ab M8000 noch Sondermerker mit einem eigenen Operandenkennzeichen (SM) im Bereich von SM0 bis SM9999. Diese Merker sind zum Teil mit den Sondermerkern der Steuerungen des MEL-SEC System Q und der L-Serie kompatibel, haben teilweise dieselbe Funktionalität wie die Merker ab M8000, sind aber auch auf die neuen Funktionen der iQ-F-Serie abgestimmt.

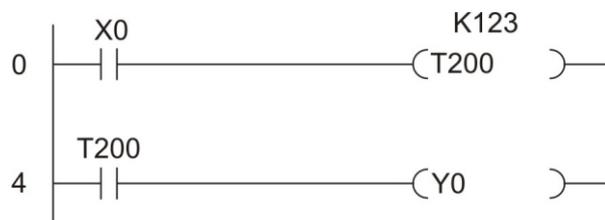
4.3 Timer

Bei der Steuerung von Prozessen oder Abläufen müssen oft bestimmte Vorgänge zeitverzögert ein- oder ausgeschaltet werden. Während hierfür in der Relaisstechnik Zeitrelais verwendet werden, stehen in einer SPS interne Zeitglieder (engl.: *Timer*) zur Verfügung.

Im Prinzip zählen Timer einen internen Takt der SPS (z. B. Impulse im 0,1 s-Takt). Wenn der Zählwert einen über das Programm vorgegebenen Wert erreicht, wird der Ausgang des Timers eingeschaltet.

Alle Timer arbeiten als Einschaltverzögerung und werden durch Ansteuern mit einem „1“-Signal aktiviert. Zum Starten und Zurücksetzen werden Timer wie Ausgänge programmiert. Der Ausgang eines Timers kann innerhalb des Programmes beliebig oft abgefragt werden.

Kontaktplan



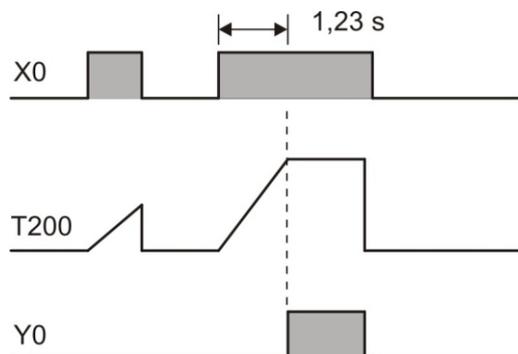
Anweisungsliste

```

0 LD X0
1 OUT T200 K123
4 LD T200
5 OUT Y0

```

Der Timer T200 wird gestartet, wenn der Eingang X0 eingeschaltet ist. Der Sollwert beträgt $123 \times 10 \text{ ms} = 1,23 \text{ s}$. Nach Ablauf von 1,23 s schaltet T200 den Ausgang Y0 ein. Für das oben dargestellte Beispiel ergibt sich der folgende Signalverlauf:



Solange X0 eingeschaltet ist, zählt der Timer die internen 10 ms-Impulse. Beim Erreichen des Sollwertes wird der Ausgang von T200 eingeschaltet.

Wird der Eingang X0 oder die Versorgungsspannung der SPS ausgeschaltet, wird der Timer zurückgesetzt und dessen Ausgang ebenfalls ausgeschaltet.

Die Angabe des Zeitsollwertes kann auch indirekt über den in einem Datenregister gespeicherten dezimalen Zahlenwert vorgenommen werden. Diese Möglichkeit ist im Abschnitt 4.6.1 beschrieben.

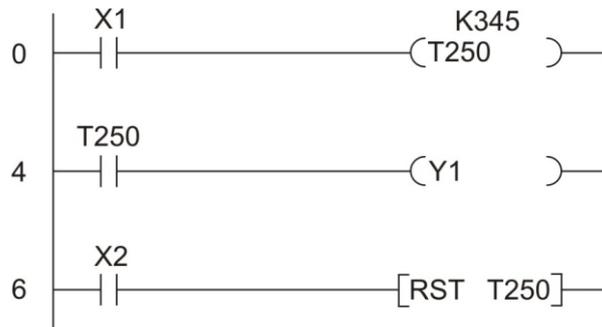
Remanente Zeitglieder

Alle in diesem Handbuch beschriebenen Steuerungen verfügen neben den oben beschriebenen Zeitgliedern auch über remanente Zeitglieder, die auch nach dem Abschalten der ansteuernden Verknüpfung den bereits erreichten Zeitistwert behalten.

Die Zeitistwerte werden in einem Speicher abgelegt, dessen Inhalt auch bei einem Spannungsausfall erhalten bleibt.

Beispiel für die Programmierung eines remanenten Timers:

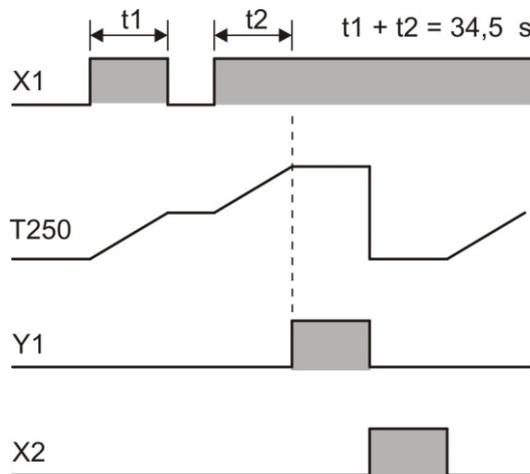
Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X0	
1	OUT	T250	K345
4	LD	T250	
5	OUT	Y1	
6	LD	X2	
7	RST	T250	

Der Timer T250 wird gestartet, wenn der Eingang X0 eingeschaltet ist. Als Sollwert ist $345 \times 0,1 \text{ s} = 34,5 \text{ s}$ vorgegeben. Nach Erreichen des Sollwerts schaltet T250 den Ausgang Y1 ein. Mit dem Eingang X2 wird der Timer zurückgesetzt und dessen Ausgang ausgeschaltet.



Wenn X1 eingeschaltet ist, zählt der Timer die internen 100 ms-Impulse. Auch wenn X1 ausgeschaltet wird, bleibt der bis dahin erreichte Istwert erhalten. Wenn der Istwert dem Sollwert entspricht, wird der Ausgang des Timers eingeschaltet.

Weil beim Ausschalten des Eingangs X1 oder der Versorgungsspannung der SPS der Zeitistwert nicht gelöscht wird, ist dafür eine besondere Anweisung im Programm notwendig. Mit dem Eingang X2 wird der Timer zurückgesetzt und dessen Ausgang ausgeschaltet.

Übersicht der Timer bei den Grundgeräten der MELSEC FX-Familie

Operand			Timer	
			Normale Timer	Remanente Timer
Operandenkennzeichen			T	
Operandentyp (zur Ansteuerung und Abfrage)			Bit-Operand	
Werte, die ein Operand (Timer-Ausgang) annehmen kann			0 oder 1	
Angabe der Operandenadresse			Dezimal	
Vorgabe des Zeitsollwerts			Als ganzzahlige, dezimale Konstante. Die Vorgabe erfolgt entweder direkt in der Anweisung oder indirekt in einem Datenregister.	
Anzahl der Operanden und Adressen	FX3G FX3GC FX3GE	100 ms (Bereich 0,1 bis 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (Bereich 0,01 bis 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (Bereich 0,001 bis 32,767 s)	64 (T256–T319)	4 (T246–T249)
	FX3S	100 ms (Bereich 0,1 bis 3276,7 s)	32 (T0–T31)	6 (T131–T137)
		100 ms/10 ms (Bereich 0,1 bis 3276,7 s/ 0,01 bis 327,67 s)	31 (T32–T62)	—
		1 ms (Bereich 0,001 bis 32,767 s)	65 (T63–T127)	4 (T128–T131)
	FX3U FX3UC	100 ms (Bereich 0,1 bis 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (Bereich 0,01 bis 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (Bereich 0,001 bis 32,767 s)	256 (T256–T511)	4 (T246–T249)
	FX5U FX5UC	100 ms / 10 ms / 1 ms	max. 1024 (T0–T1023) ^①	max. 1024 (T0–T1023) ^①

① Die Anzahl kann in den Parametern im Rahmen der Kapazität des integrierten Speichers der CPU geändert werden.

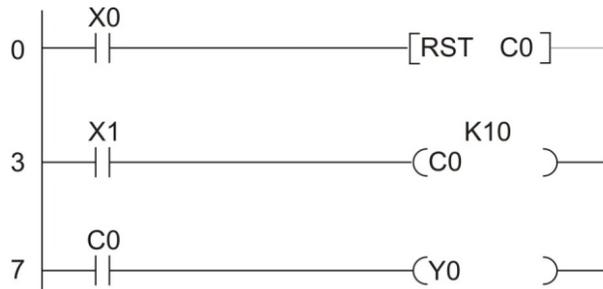
4.4 Zähler (Counter)

Zur Programmierung von Zählvorgängen stehen Ihnen bei den Steuerungen der FX-Familie interne Zähler (engl.: *Counter*) zur Verfügung.

Counter zählen Signale, die ihrem Eingang per Programm zugeführt werden. Erreicht der Zählwert einen ebenfalls über das Programm vorgegebenen Sollwert, wird der Ausgang des Counters eingeschaltet. Dieser kann innerhalb des Programms beliebig oft abgefragt werden.

Beispiel für die Programmierung eines Counters:

Kontaktplan

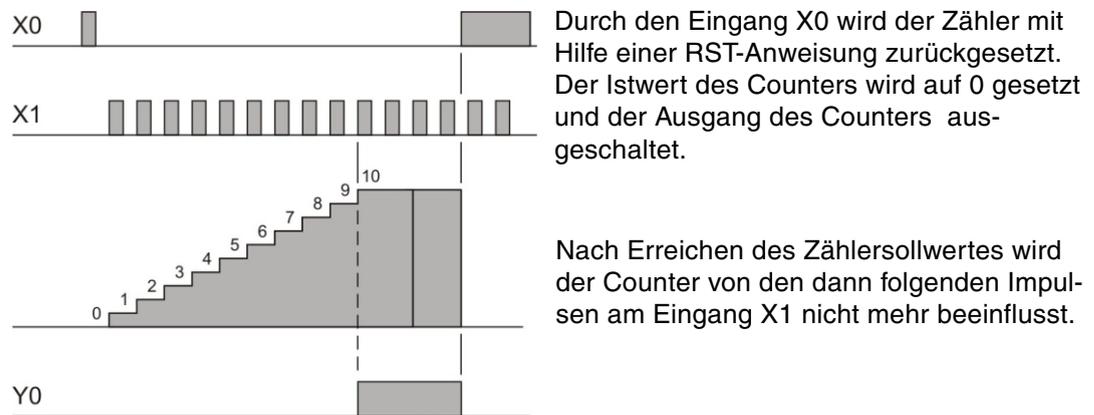


Anweisungsliste

0	LD	X0	
1	RST	C0	
3	LD	X1	
4	OUT	C0	K10
7	LD	C0	
8	OUT	Y0	

Jedesmal, wenn der Eingang X1 eingeschaltet wird, zählt der Counter C0 um den Zahlenwert 1 aufwärts. Der Ausgang Y0 wird eingeschaltet, nachdem der Eingang X1 zehn mal ein- und ausgeschaltet wurde (Als Zählersollwert ist K10 programmiert).

Die folgende Abbildung zeigt den Signalverlauf für dieses Programmbeispiel.



Bei den Zählern wird zwischen 16-Bit-Counter und in 32-Bit-Counter unterschieden. Die Namensgebung bezieht sich dabei auf den Speicherplatz, der für den Zählwert benötigt wird. Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Merkmale dieser Counter.

Merkmal	16-Bit-Counter	32-Bit-Counter
Zählrichtung	Aufwärtszählend	Auf- und abwärtszählend (Die Zählrichtung wird durch Ein- oder Ausschalten eines Sondermerkers festgelegt.)
Bereich für Sollwert	1 bis 32767	-2 147 483 648 bis 2 147 483 647
Vorgabe des Sollwerts	Als dezimale Konstante (K) direkt in der Anweisung oder indirekt in einem Datenregister.	Als dezimale Konstante (K) direkt in der Anweisung oder indirekt in einem Datenregisterpaar.
Verhalten bei Zählerüberlauf	Zählt maximal bis 32767, danach ändert sich der Istwert nicht mehr	Ringzähler: Nach der Zählung bis 2 147 483 647 ist der nächste Wert -2 147 483 648. (Beim Abwärtszählen erfolgt ein Sprung von -2 147 483 648 nach 2 147 483 647.)
Zählerausgang	Nach Erreichen des Sollwerts bleibt der Ausgang eingeschaltet.	Beim Aufwärtszählung bleibt der Ausgang nach Erreichen des Sollwerts eingeschaltet. Bei Abwärtszählung wird der Ausgang beim Unterschreiten des Sollwerts zurückgesetzt.
Zurücksetzen	Mit einer RST-Anweisung wird der Istwert des Zählers gelöscht und der Ausgang ausgeschaltet.	

Neben den normalen Zählern bieten Ihnen die Steuerungen der MELSEC FX-Familie noch sogenannte High-Speed-Counter. Das sind 32-Bit-Counter, die schnelle externe Zählsignale verarbeiten, die über die Eingänge X0 bis X7 erfasst werden. Mit diesen Zählern lassen sich in Verbindung mit speziellen Anweisungen z. B. Positionieraufgaben leicht lösen.

High-Speed-Counter arbeiten nach dem Prinzip des Interrupts. Dabei wird das SPS-Programm unterbrochen und sofort auf das Signal am Zählersignal reagiert. Eine ausführliche Beschreibung der High-Speed-Counter finden Sie in der Programmieranleitung zu den Steuerungen der MELSEC FX-Familie, Art.-Nr. 136748.

Übersicht der Counter

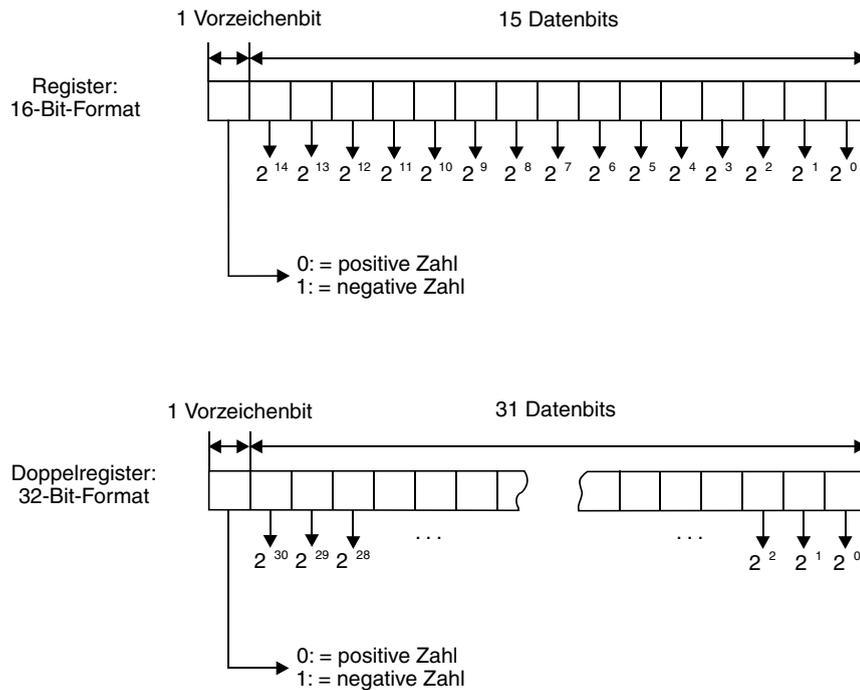
Operand			Counter	
			Normale Counter	Remanente Counter ^①
Operandenkennzeichen			C	
Operandentyp (zur Ansteuerung und Abfrage)			Bit-Operand	
Werte, die der Counter-Ausgang annehmen kann			0 oder 1	
Angabe der Operandenadresse			Dezimal	
Vorgabe des Zählersollwerts			Als ganzzahlige, dezimale Konstante. Die Vorgabe erfolgt entweder direkt in der Anweisung oder indirekt in einem Datenregister (Bei 32-Bit-Countern in zwei Datenregistern.)	
Anzahl der Operanden und Adressen	FX3G	16-Bit-Counter	16 (C0–C15)	184 (C16–C199)
	FX3GC	32-Bit-Counter	20 (C200–C219)	15 (C220–C234)
	FX3GE	32-Bit-High-Speed-Counter	—	21 (C235–C255)
	FX3S	16-Bit-Counter	16 (C0–C15)	16 (C16–C31)
		32-Bit-Counter	35 (C200–C234)	—
		32-Bit-High-Speed-Counter	—	21 (C235–C255)
	FX3U FX3UC	16-Bit-Counter	100 (C0–C99) ^②	100 (C100–C199) ^②
		32-Bit-Counter	20 (C200–C219) ^②	15 (C220–C234) ^②
		32-Bit-High-Speed-Counter	21 (C235–C255) ^②	
	FX5U FX5UC	16-Bit-Counter	max. 1024 (C0–C1023) ^③	
32-Bit-Counter		max. 1024 (C0–C1023) ^③		

- ① Bei remanenten Countern bleibt der Zähler-Istwert auch beim Ausschalten der Versorgungsspannung erhalten.
- ② In den SPS-Parametern kann eingestellt werden, ob die Istwerte dieser Counter beim Ausschalten der Versorgungsspannung erhalten bleiben sollen.
- ③ Die Anzahl kann in den Parametern im Rahmen der Kapazität des integrierten Speichers der CPU geändert werden.

4.5 Register

In einer SPS dienen Merker zum Speichern von binären Zwischenergebnissen. Der Zustand eines Merkers liefert aber nur eine Ein/Aus- oder 0/1-Information und ist daher nicht zur Speicherung von Messwerten oder Ergebnissen von Berechnungen geeignet. Für diesen Zweck sind die Steuerungen der FX-Familie mit Registern ausgestattet.

Ein Register besteht aus 16 Bit oder einem Wort (siehe Abschnitt 3.2). Durch Zusammenschalten von zwei 16-Bit-Registern kann ein „Doppelregister“ mit 32 Bit gebildet werden.



In einem Register können Werte im Bereich von 0000H bis FFFFH (-32768 bis 32767) gespeichert werden, während ein Doppelregister Werte im Bereich von 00000000H bis FFFFFFFFH (-2 147 483 648 bis 2 147 483 647) enthalten kann.

Für den Umgang mit Registern bieten die Steuerungen der FX-Familie eine große Anzahl von Anweisungen, mit denen z. B. Werte in Register geschrieben, aus Registern gelesen, die Inhalte von Registern kopiert, verglichen oder in arithmetischen Berechnungen verarbeitet werden können (siehe Kap. 5).

4.5.1 Datenregister

Datenregister können im SPS-Programm als Speicher verwendet werden. Ein Wert, der durch das SPS-Programm in ein Datenregister eingetragen wird, bleibt dort unverändert erhalten, bis er im Programm durch einen anderen Wert überschrieben wird.

Bei Anweisungen für 32-Bit-Daten wird nur die Adresse eines 16-Bit-Registers angegeben, das folgende Register wird automatisch mit dem höherwertigen Teil der 32-Bit-Daten belegt. Wenn z. B. zur Speicherung eines 32-Bit-Wertes das Register D0 angegeben wird, enthält D0 die Bits 0 bis 15 und D1 die Bits 16 bis 31 des Wertes.

Verhalten beim Ausschalten oder Stoppen der SPS

Neben den ungepufferten Registern, deren Inhalt bei einem Stopp der SPS oder beim Ausschalten der Versorgungsspannung der SPS gelöscht wird, sind die Steuerungen auch mit Registern ausgestattet, deren Inhalt in diesen Fällen erhalten bleibt (Latch-Register).

HINWEIS

Wenn der Sondermerker M8033 eingeschaltet ist, werden auch die Inhalte der ungepufferten Datenregister bei einem Stopp der SPS nicht gelöscht.

Datenregister im Überblick

Operand		Datenregister	
		Ungepufferte Register	Latch-Register
Operandenkennzeichen		D	
Operandentyp		Wort-Operand (Zwei Register können zu einem Doppelregister zusammengefasst werden.)	
Werte, die ein Operand annehmen kann		16-Bit-Register: 0000H bis FFFFH (-32768 bis 32767) 32-Bit-Register: 00000000H bis FFFFFFFFH (-2 147 483 648 bis 2 147 483 647)	
Angabe der Operandenadresse		Dezimal	
Anzahl der Operanden und Adressen	FX3G FX3GC FX3GE	128 (D0–D127) 6900 (D1100–D7999) ^①	972 (D128–D1099)
	FX3S	128 (D0–D127) 2744 (D256–D2999)	128 (D128–D255)
	FX3U FX3UC	200 (D0–D199) ^②	312 (D200–D511) ^③ 7488 (D512–D7999)
	FX5U FX5UC	max. 8000 (D0–D7999) ^④	max. 8000 (D0–D7999) ^④

① Wenn die optionale Batterie installiert ist, kann diesen Registern in den SPS-Parametern die Funktion von Latch-Registern zugewiesen werden. Sie werden dann durch die Batterie gepuffert.

② Diesen Registern kann in den SPS-Parametern auch die Funktion von Latch-Registern zugewiesen werden.

③ Diesen Registern kann in den SPS-Parametern auch die Funktion von ungepufferten Registern zugewiesen werden.

④ Die Anzahl kann in den Parametern im Rahmen der Kapazität des integrierten Speichers der CPU geändert werden.

4.5.2 Sonderregister

Ähnlich wie die Sondermerker (Abschnitt 4.2.1) ab der Adresse M8000 gehören die Register ab der Adresse D8000 zu den Sonderregistern. Oft besteht sogar ein direkter Zusammenhang zwischen Sondermerker und Sonderregister. So zeigt beispielsweise der Sondermerker M8005 an, dass die Spannung der Batterie der SPS zu niedrig ist und das Sonderregister D8005 enthält den gemessenen Spannungswert. Eine kleine Auswahl der Sonderregister ist in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Sonderregister	Beschreibung	Verarbeitung im Programm
D8004	Fehlermerkeradresse (Zeigt an, welcher Fehlermerker gesetzt ist.)	Abfrage des Inhalts
D8005	Batteriespannung (Der Inhalt „36“ entspricht z. B. 3,6 V.)	
D8010	Aktuelle Programmzykluszeit	
D8013–D8019	Uhrzeit und Datum der integrierten Uhr	Abfrage des Inhalts Verändern des Inhalts
D8030	Gelesener Wert vom Potentiometer VR1 (0 bis 255)	Abfrage des Inhalts (nur bei FX3G, FX3GE und FX3S)
D8031	Gelesener Wert vom Potentiometer VR2 (0 bis 255)	

Die Grundgeräte der FX5U- und FX5UC-Serie bieten neben den (FX-kompatiblen) Sonderregistern ab D8000 noch Sonderregister mit einem eigenen Operandenkennzeichen (SD) im Bereich von SD0 bis SD11999. Dieser Register sind zum Teil mit den Sonderregistern der Steuerungen des MELSEC System Q und der L-Serie kompatibel, haben teilweise dieselbe Funktionalität wie die Register ab D8000, sind aber auch auf die neuen Funktionen der FX5-Serie abgestimmt.

Extern veränderbare Register

In den Steuerungen der FX3G-, der FX3GE- und der FX3S-Serie sind zwei Potentiometer integriert, mit denen der Inhalt der Sonderregister D8030 und D8031 im Bereich von 0 bis 255 verändert werden kann (siehe Abschnitt 4.6.1). Mit Hilfe dieser Potentiometer können z. B. Sollwerte für Timer und Counter verändert werden, ohne dass ein Programmiergerät angeschlossen werden muss.

4.5.3 File-Register

Der Inhalt von File-Registern geht auch beim Ausschalten der Versorgungsspannung nicht verloren. Aus diesem Grund können in File-Registern Werte gespeichert werden, die nach dem Einschalten der SPS in Datenregister übertragen werden und die das Programm z. B. für Berechnungen, Vergleiche oder als Sollwerte für Timer benötigt.

File-Register unterscheiden sich im Aufbau nicht von Datenregistern. Außer bei der FX5-Serie werden sie sogar aus den Datenregistern D1000 bis D7999 in Blöcken zu je 500 Adressen gebildet.

Operand		File-Register
Operandenkennzeichen		D (R bei FX5U und FX5UC)
Operandentyp		Wort-Operand (Zwei Register können zu einem Doppelregister zusammengefasst werden.)
Werte, die ein Operand annehmen kann		16-Bit-Register: 0000H bis FFFFH (-32768 bis 32767) 32-Bit-Register: 00000000H bis FFFFFFFFH (-2 147 483 648 bis 2 147 483 647)
Angabe der Operandenadresse		Dezimal
Anzahl der Operanden und Adressen	FX3G FX3GC FX3GE	7000 (D1000–D7999) Es können maximal 14 Blöcke mit jeweils 500 File-Registern in den SPS-Parametern festgelegt werden.
	FX3S	2000 (D1000–D2999) Maximal können 4 Blöcke mit je 500 File-Registern in den SPS-Parametern festgelegt werden.
	FX3U FX3UC	7000 (D1000–D7999) Es können maximal 14 Blöcke mit jeweils 500 File-Registern in den SPS-Parametern festgelegt werden.
	FX5U FX5UC	max. 32768 (R0–R32767) ^①

^① Die Anzahl kann in den Parametern im Rahmen der Kapazität des integrierten Speichers der CPU geändert werden.

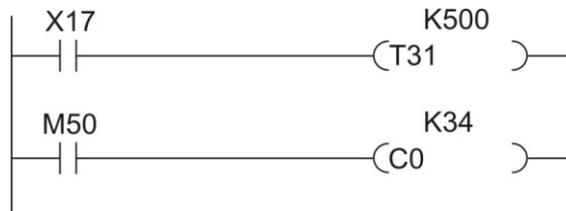
In der Programmieranleitung zu den Steuerungen der MELSEC FX-Familie, Art.-Nr. 136748, sind die File-Register ausführlich beschrieben.

4.6 Programmiertipps für Timer und Counter

4.6.1 Indirekte Sollwertvorgabe bei Timern und Countern

Zeit- und Zählsollwerte können Timern und Countern direkt im Programm innerhalb einer Ausgabeanweisung übergeben werden:

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X17	
1	OUT	T31	K500
4	LD	M50	
5	OUT	C0	K34

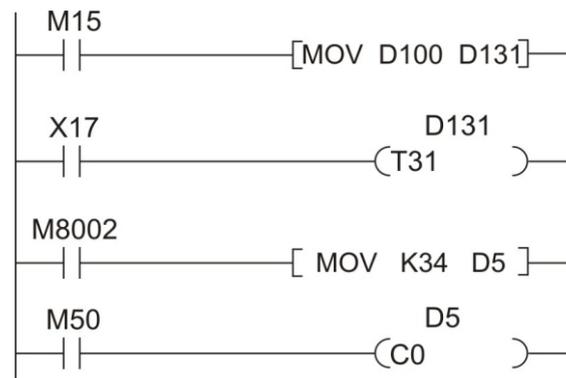
T31 im oben abgebildeten Beispiel ist ein 100 ms-Timer. Mit der Konstanten „500“ wird die Verzögerungszeit auf $500 \times 0,1 \text{ s} = 50 \text{ s}$ eingestellt. Der Sollwert für den Counter C0 wird direkt auf „34“ eingestellt.

Der Vorteil dieser Art der Sollwertvorgabe liegt darin, dass man sich nicht weiter um den Sollwert kümmern muss. Auch nach einem Spannungsausfall oder direkt nach dem Einschalten gelten die durch das Programm vorgegebenen Sollwerte. Der Nachteil ist allerdings, dass für eine Sollwertänderung das Programm geändert werden muss. Besonders die Sollwerte von Timern werden oft erst während der Inbetriebnahme der Steuerung und dem Programmtest angepasst.

Die Sollwerte für Timer und Counter können aber auch in Datenregister eingetragen und durch das Programm aus diesen Registern gelesen werden. Dadurch können die Vorgabewerte schnell mit einem angeschlossenen Programmiergerät geändert werden. Auch die Vorgabe von Sollwerten durch Schalter in einem Pult oder einem Bediengerät ist in diesem Fall möglich.

Die folgende Abbildung zeigt Beispiele für die indirekte Vorgabe von Sollwerten:

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	M15	
1	MOV	D100	D131
6	LD	X17	
7	OUT	T31	D131
10	LD	M8002	
11	MOV	K34	D5
16	LD	M50	
17	OUT	C0	D5

- Wenn der Merker M15 „1“ ist, wird der Inhalt des Datenregisters D100 in das Datenregister D131 kopiert. Dieses Register enthält den Sollwert für T31. Der Inhalt von D100 kann z. B. durch ein Bediengerät verändert werden.
- Der Sondermerker M8002 ist nur nach dem Start der SPS für einen Programmzyklus eingeschaltet. Dadurch wird nach dem Einschalten der SPS die Konstante „34“ in das Datenregister D5 eingetragen, das als Sollwertspeicher für den Counter C0 dient.

Die Sollwerte müssen nicht unbedingt im SPS-Programm in die Datenregister eingetragen werden. Sie können auch vor dem Start des Programms mit Hilfe eines Programmiergeräts festgelegt werden.



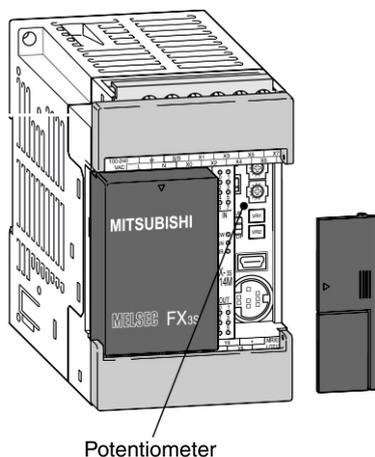
ACHTUNG:

Verwenden Sie zur Speicherung von Sollwerten für Timer und Counter Latch-Datenregister, wenn die Sollwerte nicht durch das SPS-Programm in die Register eingetragen werden. Beachten Sie, das auch die Inhalte dieser Register verloren gehen, wenn die Pufferbatterie erschöpft ist.

Werden normale Register verwendet, werden die Sollwerte gelöscht, wenn die Versorgungsspannung ausgeschaltet oder der RUN/STOP-Schalter in die Stellung STOP geschaltet wird. Nach dem Einschalten der Spannung oder dem nächsten Start der SPS können durch die nun auf „0“ eingestellten Sollwerte gefährliche Zustände auftreten.

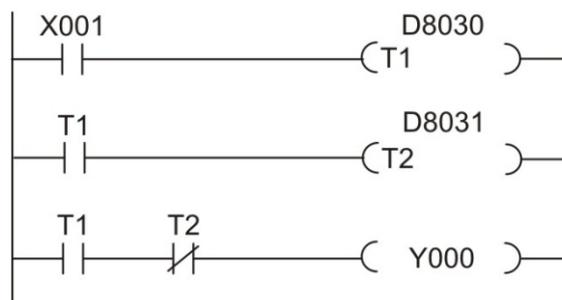
Vorgabe von Sollwerten durch die integrierten Potentiometer

Bei den Steuerungen der FX3G-, der FX3GE- und der FX3S-Serie lassen sich Sollwertvorgaben, wie z. B. Zeiten, schnell und einfach durch die zwei analogen Potentiometer der Steuerung verändern.



Die Abbildung links zeigt ein Grundgerät der FX3S-Serie. Bei der FX3G- und der FX3GE-Serie ist die Anordnung der Potentiometer ähnlich. Der Wert des oberen Potentiometers VR1 kann aus dem Sonderregister D8030 gelesen werden. In D8031 wird der Wert von VR2, dem unteren Potentiometer, abgelegt. Um ein Potentiometer als Sollwertquelle für einen Zeitgeber zu verwenden, wird im Programm anstatt einer Konstanten das Register angegeben. Der Wert im Register kann, entsprechend der Stellung des Potentiometers, von 0 bis 255 verändert werden.

Kontaktplan

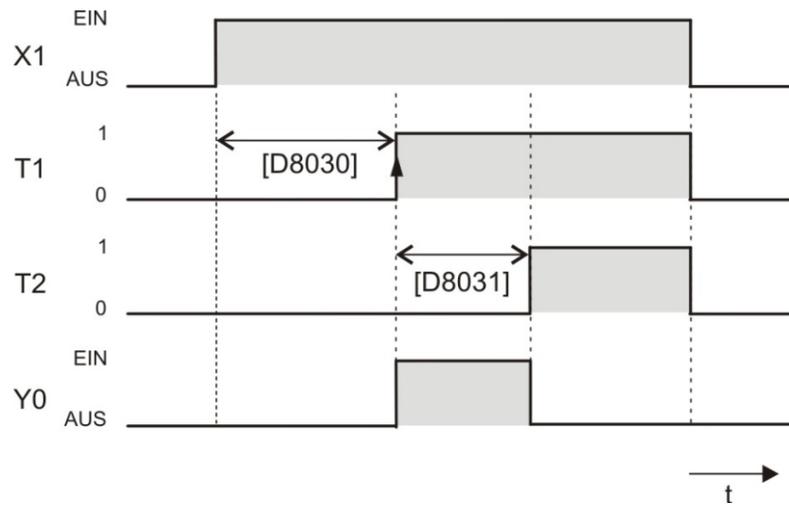


Anweisungsliste

0	LD	X001	
1	OUT	T1	D8030
4	LD	T1	
5	OUT	T2	D8031
8	LD	T1	
8	ANI	T2	
10	OUT	Y000	

Bei dem oben angegebenen Programmbeispiel wird Y0 nach Ablauf von T1 für eine Zeit eingeschaltet, die von T2 bestimmt wird (verzögerte Impulsausgabe).

Signalverlauf

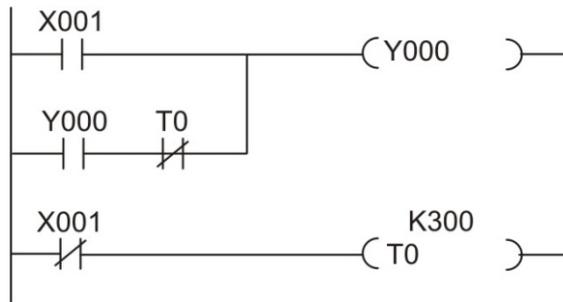


4.6.2 Ausschaltverzögerung

Alle Timer einer MELSEC SPS arbeiten als Einschaltverzögerung. Der Timer-Ausgang wird nach dem Ablauf der vorgegebenen Zeit eingeschaltet. Oft werden aber Ausschaltverzögerungen benötigt. (Ein Anwendungsbeispiel ist die Steuerung eines Lüfters, der nach dem Ausschalten der Badezimmerbeleuchtung noch einige Minuten eingeschaltet bleibt.)

Programmvariante 1 (Selbsthaltung)

Kontaktplan

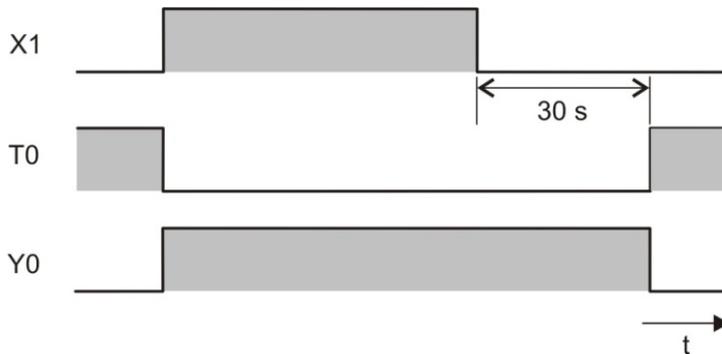


Anweisungsliste

0	LD		X001
1	LD		Y000
2	ANI	T0	
3	ORB		
4	OUT	Y000	
5 t	LDI	X001	
6	OUT	T0	K300

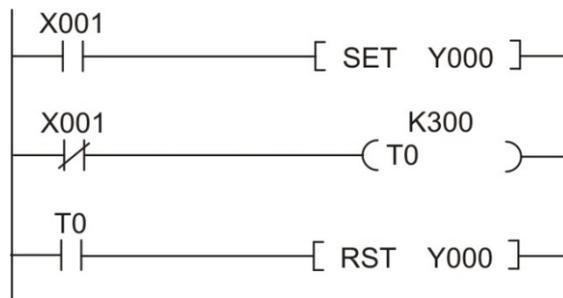
Solange der Eingang X1 (z. B. Lichtschalter) eingeschaltet ist, ist auch der Ausgang Y0 (Lüfter) eingeschaltet. Aber auch nach dem Ausschalten von X1 bleibt Y0 über die Selbsthaltung eingeschaltet, weil der Timer T0 noch nicht abgelaufen ist. Dieser wird mit dem Ausschalten von X1 gestartet. Nach Ablauf der eingestellten Zeit (im Beispiel $300 \times 0,1 \text{ s} = 30 \text{ s}$) unterbricht T0 die Selbsthaltung von Y0 und dieser Ausgang wird ausgeschaltet.

Signalverlauf



Programmvariante 2 (Setzen/Rücksetzen)

Kontaktplan



Anweisungsliste

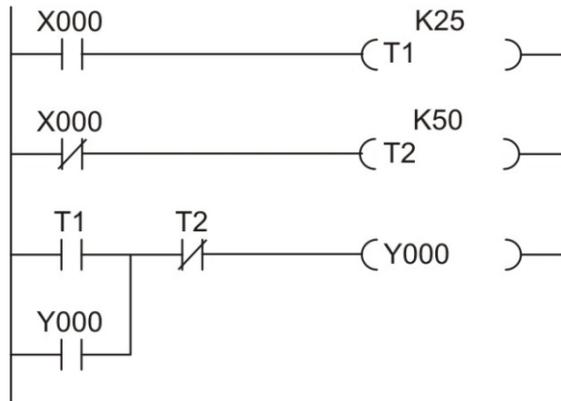
0	LD	X001	
1	SET	Y000	
2	LDI	X001	
3	OUT	T0	K300
6	LD	T0	
7	RST	Y000	

Beim Einschalten von X1 wird der Ausgang Y0 gesetzt (eingeschaltet). Beim Ausschalten von X1 wird T0 gestartet. Nach Ablauf der eingestellten Zeit setzt T0 den Ausgang Y0 zurück. Der Signalverlauf ist identisch mit der Programmvariante 1.

4.6.3 Ein- und Ausschaltverzögerung

In der Praxis kann es vorkommen, dass ein Ausgang verzögert eingeschaltet und gleichzeitig verzögert ausgeschaltet werden soll. Auch diese Aufgabe ist leicht mit den logischen Grundverknüpfungen zu lösen.

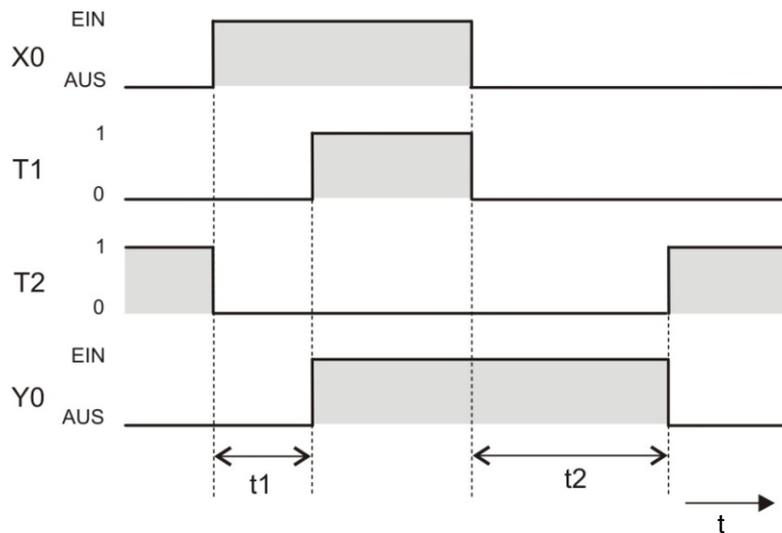
Kontaktplan



Anweisungsliste

0	LD	X000	
1	OUT	T1	K25
4	LDI	X000	
5	OUT	T2	K50
8	LD	T1	
9	OR	Y000	
10	ANI	T2	
11	OUT	Y000	

Signalverlauf



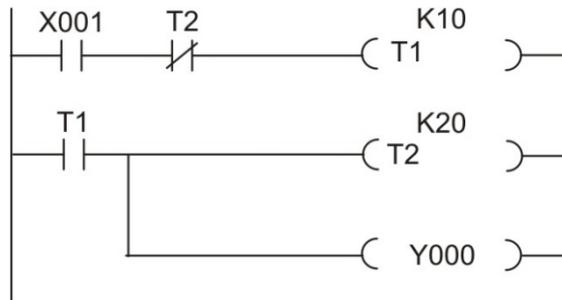
Durch die Selbsthaltung mit Y000 über T1 bleibt der Ausgang während der Ausschaltverzögerung eingeschaltet.

4.6.4 Taktgeber

In der Steuerung stehen Sondermerker zur Verfügung, mit denen sehr einfach Programmieraufgaben gelöst werden können, bei denen ein fester Takt verlangt wird (z. B. zur Ansteuerung einer Leuchte zur Störungsmeldung). M8013 z. B. wird im 1-Sekunden-Takt ein- und ausgeschaltet. Eine detaillierte Beschreibung aller Sondermerker enthält die Programmieranleitung der FX-Familie, Art.-Nr. 136748.

Wenn jedoch andere Taktzeiten oder unterschiedliche Ein- und Ausschaltzeiten verlangt werden, kann ein Taktgeber mit zwei Timern realisiert werden.

Kontaktplan



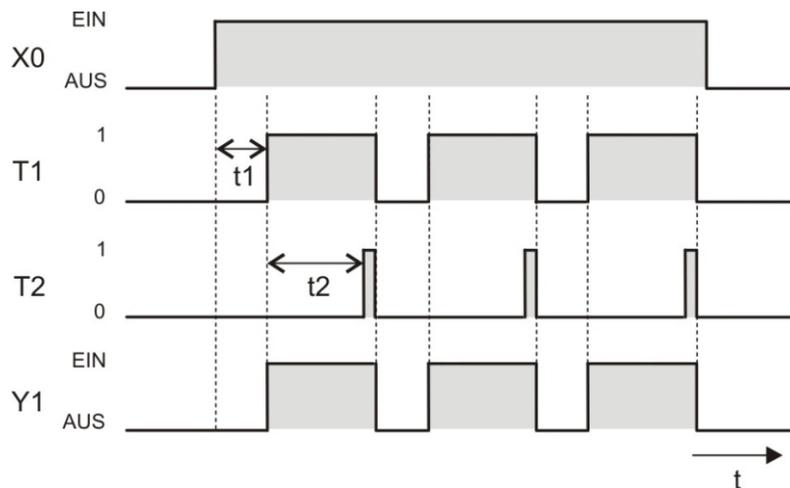
Anweisungsliste

0	LD	X001	
1	ANI	T2	
2	OUT	T1	K10
5	LD	T1	
6	OUT	T2	K20
9	OUT	Y000	

X1 startet den Taktgeber. Dieser Eingang kann auch weggelassen werden. Dann ist der Taktgeber ständig aktiviert. Im weiteren Programm wird der Ausgang von T1 z. B. für Meldeleuchten verarbeitet. Die Einschaltzeit wird durch T2 und die Ausschaltzeit durch T1 bestimmt.

Der Ausgang von Timer T2 wird nur für einen Programmzyklus eingeschaltet. In der folgenden Abbildung, die den Signalverlauf des Beispielprogramms zeigt, ist diese Zeit übertrieben lang dargestellt. T2 schaltet T1 aus und dadurch wird auch sofort danach T2 ausgeschaltet. Genau genommen verlängert sich also die Einschaltzeit um die Zeit, die für die Ausführung des Programms benötigt wird. Da die Zykluszeit aber nur einige Millisekundenbereich beträgt, kann sie in der Regel vernachlässigt werden.

Signalverlauf



5 Programmierung für Fortgeschrittene

Mit den in Kapitel 3 beschriebenen logischen Grundanweisungen kann eine speicherprogrammierbare Steuerung die Funktionen von Schützsteuerungen nachbilden. Damit sind aber die Möglichkeiten einer SPS noch lange nicht erschöpft. Da das Herzstück jeder SPS ein Mikroprozessor ist, stellen auch Berechnungen, Vergleiche von Zahlen, Umwandlungen von Zahlensystemen oder die Verarbeitung von analogen Werten kein Problem dar.

Zur Ausführung dieser Funktionen, die über die logischen Verknüpfungen hinausgehen, werden besondere Anweisungen, die sogenannten Applikationsanweisungen benötigt.

5.1 Übersicht der Applikationsanweisungen

Applikationsanweisungen sind durch eine Abkürzung, die sich aus der Beschreibung ihrer Funktion ableitet, eindeutig gekennzeichnet. Zum Beispiel lautet die Bezeichnung für die Anweisung, mit der zwei 16- oder 32-Bit-Zahlen verglichen werden können, „CMP“. (Vom englischen *to compare*, vergleichen. Alle Abkürzungen für Applikationsanweisungen kommen aus dem Englischen.)

Bei der Programmierung wird die Abkürzung angegeben, gefolgt von dem oder den Operanden. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht aller Applikationsanweisungen, um die Möglichkeiten der Steuerungen der MELSEC FX-Familie zu verdeutlichen. Erschrecken Sie nicht, Sie müssen sich nicht alle Abkürzungen merken. Bei der Programmierung können Sie die Hilfe-Funktion der Programmier-Software nutzen. Alle Anweisungen sind in der Programmieranleitung zur FX-Familie, Art.-Nr. 136748 bzw. der Programmieranleitung zur MELSEC iQ-F-Serie ausführlich und mit Beispielen beschrieben. In diesem Kapitel wird daher nur auf die am häufigsten verwendeten Anweisungen eingegangen (Diese sind in der Tabelle grau hinterlegt).

Viele Anweisungen zur Verarbeitung von 16-Bit-Daten können auch für 32-Bit-Daten verwendet werden, indem ein „D“ hinzugefügt wird (z. B. für die Addition: ADD → DADD).

Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Programmablaufanweisungen	CJ	Sprung innerhalb eines Programms				
	CALL	Aufruf eines Unterprogramms				
	SRET	Ende eines Unterprogramms				
	IRET	Interrupt-Programm abschließen				
	EI	Interrupt-Programm aktivieren	●	●	●	●
	DI	Interrupt-Programm deaktivieren				
	FEND	Ende eines Programmbereichs				
	WDT	Watch-Dog-Timer auffrischen				
	FOR	Anfang einer Programmwiederholung				
	NEXT	Ende einer Programmwiederholung				
	BREAK	Programmwiederholung zwangsweise beenden				
	XCALL	Aufruf eines Unterprogramms				
	STOP	Programm anhalten				
	GOEND	Sprung zur END-Anweisung				●
	IMASK	Maske für Interrupt-Programme				
SIMASK	Angegebenen Interrupt-Pointer sperren/ freigeben					

Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Vergleichs- und Transfer- anweisungen	CMP	Numerische Daten vergleichen	●	●	●	●
	ZCP	Numerische Datenbereiche vergleichen	●	●	●	●
	MOV	Datentransfer	●	●	●	●
	MOVB	Transfer von 1-Bit-Daten				●
	BLKMOV	Transfer von n-Bit-Daten				●
	SMOV	Shift-Transfer	●	●	●	●
	CML	Kopieren und invertieren	●	●	●	●
	CMLB	Inversion und Transfer von 1-Bit-Daten				●
	BMOV	Block-Transfer	●	●	●	●
	FMOV	Transfer von gleichen Daten	●	●	●	●
	XCH	Austausch von Daten			●	●
Arithmetische und logische Anwei- sungen	ADD	Addition numerischer Daten	●	●	●	●
	+	Addition numerischer Daten				●
	SUB	Subtraktion numerischer Daten	●	●	●	●
	-	Subtraktion numerischer Daten				●
	MUL	Multiplikation numerischer Daten	●	●	●	●
	*	Multiplikation numerischer Daten				●
	DIV	Division numerischer Daten	●	●	●	●
	/	Division numerischer Daten				●
	INC	Inkrementieren	●	●	●	●
	DEC	Dekrementieren	●	●	●	●
	WAND	Logische UND-Verknüpfung	●	●	●	●
	WOR	Logische ODER-Verknüpfung	●	●	●	●
	WXOR	Logische Exklusiv-ODER-Verknüpfung	●	●	●	●
	WXNR	Exklusiv-NOR-Verknüpfung für 16-Bit-Daten/32-Bit-Daten				●
DXNR					●	
NEG	Negation von Daten			●	●	
Verschiebeanwei- sungen	ROR	Rotation nach rechts	●	●	●	●
	ROL	Rotation nach links	●	●	●	●
	RCR	Rotieren von Bits nach rechts			●	●
	RCL	Rotieren von Bits nach links			●	●
	SFTR	Binäre Daten bitweise verschieben, rechts	●	●	●	●
	SFTL	Binäre Daten bitweise verschieben, links	●	●	●	●
	WSFR	Daten wortweise nach rechts verschieben	●	●	●	●
	WSFL	Daten wortweise nach links verschieben	●	●	●	●
	SFT	Bit-Operanden um ein Bit verschieben				●
	BSFR	n-Bit-Daten um ein Bit nach rechts/links verschieben				●
	BSFL					●
	DSFR	n-Wort-Daten um ein Wort nach rechts/links ver- schieben				●
	DSFL					●
	SFWR	Schreiben in einen FIFO-Speicher	●	●	●	●
	SFRD	Lesen aus einem FIFO-Speicher	●	●	●	●

Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Datenoperationen	ZRST	Operandenbereiche zurücksetzen	●	●	●	●
	DECO	Daten decodieren	●	●	●	●
	ENCO	Daten codieren	●	●	●	●
	SUM	Ermittlung gesetzter Bits	●	●	●	●
	BON	Überprüfen eines Bits	●	●	●	●
	BSET	Bit in Wort-Operanden setzen				●
	BRST	Bit in Wort-Operanden zurücksetzen				●
	TEST	Zustandsabfrage einzelner Bit				●
	MEAN	Ermittlung von Durchschnittswerten	●	●	●	●
	MAX	Maximalwert suchen				●
	MIN	Minimalwert suchen				●
	ANS	Starten eines Zeitintervalls	●		●	●
	ANR	Rücksetzen von Anzeige-Bits	●		●	●
	SQR	Ermittlung der Quadratwurzel			●	●
	FLT	Umwandlung in Gleitkommazahl	●	●	●	
	INT2FLT					●
UINT2FLT					●	
High-Speed-Anweisungen	REF	Ein- und Ausgänge auffrischen	●	●	●	●
	REFF	Einstellen der Eingangfilter			●	
	MTR	Einlesen einer Matrix (MTR)	●	●	●	●
	DHSCS	Setzen durch High-Speed-Counter	●	●	●	●
	DHSCR	Rücksetzen durch High-Speed-Counter	●	●	●	●
	DHSZ	Bereichsvergleich	●	●	●	●
	HIOEN	High-Speed-E/A-Funktion starten/stoppen				●
	SPD	Geschwindigkeitserkennung	●	●	●	●
	PLSY	Impulsausgabe (Frequenz)	●	●	●	●
	PWM	Impulsausgabe mit Impulsweitenmodulation	●	●	●	●
	PLSR	Impulsausgabe (Anzahl)	●	●	●	
Anwendungs- bezogene Anweisungen	IST	Schrittstatus initialisieren	●	●	●	●
	SER	Suchanweisung	●	●	●	●
	ABSD	Absoluter Counter-Vergleich	●	●	●	●
	INCD	Inkrementaler Counter-Vergleich	●	●	●	●
	TTMR	Teaching-Timer			●	●
	STMR	Sonder-Timer			●	●
	UDCNTF	32-Bit-Auf-/Abwärtszähler mit Vorzeichen				●
	ALT	Flip-Flop-Funktion	●	●	●	●
	FF					●
	RAMP	Rampenfunktion	●	●	●	
	RAMPF					●
	ROTC	Rundtisch-Positionierung			●	●
	SORT	Sortieranweisung			●	
	SORTTBL					●

Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Ein-/Ausgabe- anweisungen	TKY	Zehnertastatur			●	
	HKY	Hexadezimale Tastatur			●	
	DSW	Digitaler Schalter	●	●	●	●
	SEGD	7-Segment-Anzeige			●	●
	SEGL	7-Segment-Anzeige mit Latch	●	●	●	●
	ARWS	7-Segment-Anzeige mit zusätzlichen Tasten			●	
	ASC	ASCII-Konvertierung			●	
	PR	Datenausgabe über die Ausgänge			●	
	FROM	Auslesen von Daten aus einem Sondermodul	●		●	●
	TO	Schreiben von Daten in ein Sondermodul	●		●	●
Anweisungen für serielle Kommuni- kation	RS	Serielle Datenübertragung	●	●	●	
	RS2	Serielle Datenübertragung (2)	●	●	●	●
	PRUN	Umlegen von Eingängen oder Merkern	●	●	●	●
	ASCI	Umwandlung in ein ASCII-Zeichen	●	●	●	●
	HEX	Umwandlung in einen Hexadezimalwert	●	●	●	
	HEXA					●
	CCD	Summen- und Paritätsprüfung	●	●	●	●
Anweisungen für Erweiterungs- adapter FX□□-8AV-BD	VRRD	Einlesen von Sollwerten vom FX□□-8AV-BD	●	●	●	
	VRSC	Einlesen der Schalterstellungen vom FX□□-8AV-BD	●	●	●	
Regelungs- anweisung	PID	Programmierung eines Regelkreises	●	●	●	●
Index-Register sichern/wie- derherstellen	ZPUSH	Inhalt der Index-Register sichern				
	ZPOP	Inhalt der Index-Register wiederherstellen			●	●
Operationen mit Gleitkommazahlen	LDE□	Vergleich von Gleitkommazahlen innerhalb von Verknüpfungen				●
	DECMP	Vergleich von Gleitkommazahlen	●	●	●	●
	DEZCP	Vergleich von Gleitkommazahlen (Bereich)			●	●
	DEMOV	Transfer von Gleitkommazahlen	●	●	●	●
	DESTR	Gleitkommazahl in Zeichenfolge wandeln			●	●
	DEVAL	Zeichenfolge in Gleitkommazahlen wandeln			●	●
	DEBCD	Umwandlung des Gleitkommaformats ins wissenschaftliche Zahlenformat			●	●
	DEBIN	Umwandlung des wissenschaftlichen Zahlenformats ins Gleitkommaformat			●	●
	DEADD	Addition von Gleitkommazahlen	●	●	●	●
	E+					●
	DESUB	Subtraktion von Gleitkommazahlen	●	●	●	●
	E-					●
	DEMUL	Multiplikation von Gleitkommazahlen	●	●	●	●
	E*					●
	DEDIV	Division von Gleitkommazahlen	●	●	●	●
	E/					●

Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Operationen mit Gleitkommazahlen	DEXP	Gleitkommazahl als Exponent zur Basis e			●	●
	DLOGE	Logarithmus-naturalis-Berechnung			●	●
	DLOG10	Berechnung des dekadischen Logarithmus			●	●
	POW	Potenzieren von Gleitkommazahlen				●
	DESQR	Quadratwurzel von Gleitkommazahl	●	●	●	●
	DENEG	Vorzeichenumkehr von Gleitkommazahlen			●	●
	INT	Umwandlung von Gleitkommaformat in Dezimalformat	●	●	●	
	EMAX	Maximalen Wert suchen				●
	EMIN	Minimalen Wert suchen				●
Arithmetische Anweisungen für Gleitkommazahlen	SIN	Sinusberechnung			●	●
	COS	Cosinusberechnung			●	●
	TAN	Tangensberechnung			●	●
	ASIN	Arcussinusberechnung			●	●
	ACOS	Arcuscosinusberechnung			●	●
	ATAN	Arcustangensberechnung			●	●
	RAD	Umrechnung von Grad in Radiant			●	●
	DEG	Umrechnung von Radiant in Grad			●	●
Datenverarbeitungsanweisungen	WSUM	Summe der Inhalte von Wort-Operanden bilden			●	●
	WTOB	Daten in Wort-Operanden in Bytes aufteilen			●	●
	BTOW	Wort-Operanden aus einzelnen Bytes bilden			●	●
	UNI	Gruppen von 4 Bits zu Wort-Operanden zusammenfassen			●	●
	NUNI	Angegebene Anzahl Bits zusammenfassen				●
	DIS	Wort-Operanden in Gruppen von 4 Bit aufteilen			●	●
	NDIS	Angegebene Anzahl Bits separieren				●
	SWAP	Nieder- und höherwertiges Byte tauschen			●	●
	SORT2	Daten in Tabelle sortieren			●	
	SORTTBL2					●
Positionieranweisungen	DSZR	Referenzpunktfahrt (mit Annäherungsschalter)	●	●	●	●
	DVIT	Positionierung durch Interrupt			●	●
	TBL	Positionierung nach Datentabelle	●		●	●
	DRVTBL	Positionierung nach mehreren Datentabellen				●
	DRVMUL	Mehrere Achsen gleichzeitig positionieren				●
	DABS	Absolute Ist-Position lesen	●		●	●
	ZRN	Referenzpunktfahrt	●		●	
	PLSV	Ausgabe von Impulsen mit variabler Frequenz	●	●	●	●
	DRVI	Positionieren auf einen Inkrementalwert	●	●	●	●
	DRVA	Positionieren auf einen Absolutwert	●	●	●	●

Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Operationen mit der integrierten Uhr der SPS	TCMP	Vergleich von Uhrdaten	●	●	●	●
	TZCP	Vergleich von Uhrdaten mit einem Bereich	●	●	●	●
	TADD	Addition von Uhrdaten	●	●	●	●
	TSUB	Subtraktion von Uhrdaten	●	●	●	●
	HTOS	Zeitangabe in der Form „Stunden, Minuten, Sekunden“ in Sekunden wandeln			●	●
	STOH	Zeitangabe in Sekunden in das Format „Stunden, Minuten, Sekunden“ wandeln			●	●
	LDDT <input type="checkbox"/> ANDDT <input type="checkbox"/> ORDT <input type="checkbox"/>	Datum vergleichen				●
	LDTM <input type="checkbox"/> ANDTM <input type="checkbox"/> ORTM <input type="checkbox"/>	Uhrzeit vergleichen				●
	TRD	Uhrzeit und Datum lesen	●	●	●	●
	TWR	Uhrzeit und Datum in die SPS übertragen	●	●	●	●
	HOUR HOURM	Betriebsstundenzähler	●	●	●	●
	Gray-Code-Wandlung	GRY	Gray-Code in Dezimalzahl wandeln	●	●	●
GBIN		Dezimalzahl in Gray-Code wandeln	●	●	●	●
Datenaustausch mit Analogmodulen	RD3A	Analoge Eingangswerte lesen	●	●	●	
	WR3A	Analogen Ausgangswert schreiben	●	●	●	
Verschiedene Anweisungen	COMRD	Operandenkommentar lesen			●	
	RND	Zufallszahl generieren			●	●
	DUTY	Impuls mit definierter Länge ausgeben			●	●
	CRC	Daten prüfen (CRC-Prüfung)			●	●
	HCMOV	Istwert eines High-Speed-Counters transferieren			●	●
	ADRSET	Indirekte Adresse speichern				●
Anweisungen für Daten, die in aufeinanderfolgenden Operanden (Datenblöcke) gespeichert sind	BK+	Daten in einen Datenblock addieren				
	BK-	Daten in einen Datenblock subtrahieren				
	BKCMP= BKCMP> BKCMP< BKCMP<> BKCMP<= BKCMP>=	Daten in Datenblöcken vergleichen			●	●
	BKAND	Blockweise UND-Verknüpfung				
	BKOR	Blockweise ODER-Verknüpfung				
	BKXOR	Blockweise Exklusiv-ODER-Verknüpfung				●
	BKXNR	Blockweise Exklusiv-NOR-Verknüpfung				
	BKRST	Bit-Operanden blockweise zurücksetzen				

Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Verarbeitungsanweisungen für Zeichenfolgen	STR	Binärdaten in Zeichenfolgen wandeln				
	VAL	Zeichenfolgen in Binärdaten wandeln				
	\$+	Zeichenfolgen zusammenfügen				
	LEN	Länge von Zeichenfolgen ermitteln				
	RIGHT	Auszug der Zeichenfolgedaten von rechts			●	●
	LEFT	Auszug der Zeichenfolgedaten von links				
	MIDR	Zeichenfolge auswählen				
	MIDW	Zeichenfolge ersetzen				
	INSTR	Zeichenfolge suchen				
	STRINS	Zeichenfolge einfügen				
	STRDEL	Zeichenfolge löschen				
	LD\$ AND\$ OR\$	Vergleich von Zeichenfolgen innerhalb von Verknüpfungen				●
	\$MOV	Zeichenfolge transferieren			●	●
Arithmetische Anweisungen für BCD-Daten	B+	Addition von BCD-Daten (4-stellig)				
	B-	Subtraktion von BCD-Daten (4-stellig)				
	DB+	Addition von BCD-Daten (8-stellig)				
	DB-	Subtraktion von BCD-Daten (8-stellig)				
	B*	Multiplikation von BCD-Daten (4-stellig)				●
	B/	Division von BCD-Daten (4-stellig)				
	DB*	Multiplikation von BCD-Daten (8-stellig)				
	DB/	Division von BCD-Daten (8-stellig)				
Verarbeitungsanweisungen für Datenlisten	FDEL	Daten aus Datenliste löschen				
	FINS	Daten in Datenliste einfügen				
	POP	Daten lesen, die zuletzt in eine Datenliste eingetragen wurden			●	●
	SFR	16-Bit-Datenwort nach rechts verschieben				
	SFL	16-Bit-Datenwort nach links verschieben				
Vergleichsanweisungen	LD=	Vergleich von Daten innerhalb von Verknüpfungen	●	●	●	●
	LD>					
	LD<					
	LD<>					
	LD<=					
	LD>=					
	AND=					
	AND>					
	AND<					
	AND>=					
	OR=					
	OR>					
	OR<					
	OR<>					
OR<=						
OR>=						

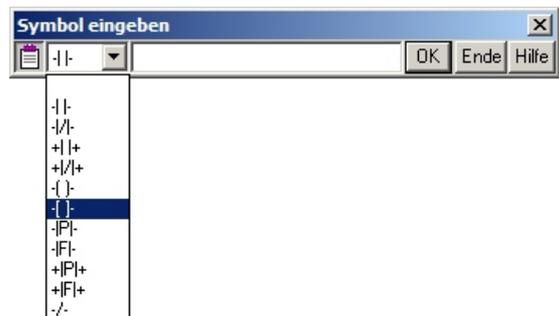
Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Datenkontroll- anweisungen	LIMIT	Ausgabebereich von Werten begrenzen				
	BAND	Eingangs-Offset festlegen				
	ZONE	Ausgangs-Offset festlegen				
	SCL	Werte skalieren				
	DABIN	Zahl in ASCII-Code in Binärwert wandeln			●	●
	BINDA	Binärwert in ASCII-Code wandeln				
	SCL2	Werte skalieren (Die Wertetabelle ist anders strukturiert als bei der SCL-Anweisung.)				
Anweisungen zur Kommunikation mit Frequenz- umrichtern	IVCK	Status des Frequenzumrichters prüfen				
	IVDR	Frequenzumrichter steuern	●	●	●	●
	IVRD	Parameter des Frequenzumrichters lesen				
	IVWR	Parameter in Frequenzumrichter schreiben				
	IVBWR	Parameter blockweise in Frequenzumrichter schreiben			●	●
	IVMC	Kommando/Sollfrequenz in Frequenzumrichter schreiben und Status/Istfrequenz (Drehzahl) aus Frequenzumrichter lesen	●	●	●	●
MODBUS-Kom- munikation	ADPRW	Datenaustausch des MODBUS-Masters mit Slave-Stationen (lesen und schreiben)	●	●	●	●
Unterstützung vordefinierter Protokolle	S.CPRTC	Führen das Protokoll aus, das mit dem Tool der Programmier-Software zur Unterstützung von Kommunikationsprotokollen angegeben wurde.				
	S.CPRTCL					●
	SP.ECPRTCL					
Datenaustausch mit Sondermodulen	RBFM	Aus Pufferspeicher von Sondermodulen lesen				
	WBFM	In Pufferspeicher von Sondermodulen schreiben			●	●
Anweisung für High-Speed- Counter	HSCT	Istwert eines High-Speed-Counters mit Daten in Datenlisten vergleichen			●	
Daten- konvertierung	BCD	BCD-Werte in Binärdaten wandeln	●	●	●	●
	BIN	Binärdaten in BCD-Werte wandeln	●	●	●	●
	FLT2INT FLT2DINT	Gleitkommazahl → 16-/32-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen				
	FLT2UINT FLT2UDINT	Gleitkommazahl → 16-/32-Bit-Binärdaten ohne Vorzeichen				
	INT2UINT INT2UDINT	16-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen → 16-/32-Bit-Binärdaten ohne Vorzeichen				
	INT2DINT	16-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen → 32-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen				
	UINT2INT UINT2DINT	16-Bit-Binärdaten ohne Vorzeichen → 16-/32-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen				
	UINT2UDINT	16-Bit-Binärdaten ohne Vorzeichen → 32-Bit-Binärdaten ohne Vorzeichen				●
	DINT2INT	32-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen → 16-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen				
	DINT2UINT DINT2UDINT	32-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen → 16-/32-Bit-Binärdaten o. Vorzeichen				
	UDINT2INT UDINT2DINT	32-Bit-Binärdaten ohne Vorzeichen → 16-/32-Bit-Binärdaten mit Vorzeichen				
	UDINT2UINT	32-Bit-Binärdaten ohne Vorzeichen → 16-Bit-Binärdaten ohne Vorzeichen				

Einteilung	Anweisung	Bedeutung	Steuerung			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Anweisungen für erweiterte File-Register	LOADR	Daten aus erweiterte File-Register lesen	●		●	
	SAVER	Daten in erweiterte File-Register schreiben			●	
	INITR	Erweiterte Register und erweiterte File-Register initialisieren			●	
	LOGR	Werte von Operanden in erweiterte Register oder erweiterte File-Register lesen			●	
	RWER	Daten aus erweiterte Register in erweiterte File-Register übertragen	●		●	
	INITER	Erweiterte File-Register initialisieren			●	
Anweisungen für eine CF-Speicherkarte in einem Adaptermodul FX3U-CF-ADP	FLCRT	Datei erzeugen/prüfen				
	FLDEL	Datei löschen/CF-Speicherkarte formatieren				
	FLWR	Daten in CF-Speicherkarte schreiben				
	FLRD	Daten aus CF-Speicherkarte lesen			●	
	FLCMD	Anweisung für FX3U-CF-ADP				
	FLSTRD	Status des FX3U-CF-ADP lesen				
Anweisungen für die integrierte Ethernet-Schnittstelle	SP.SOCOPEN	Verbindung öffnen				
	SP.SOCCLOSE	Verbindung schließen				
	SP.SOCRCV	Empfangsdaten der Socket-Kommunikation lesen				
	S.SOCRDATA					●
	SP.SOCSND	Daten per Socket-Kommunikation senden				
	SP.SOCCINF	Informationen zur Verbindung der Socket-Kommunikation lesen				

5.1.1 Eingabe von Applikationsanweisungen

Bei der Programmier-Software GX Works2 FX positionieren Sie zur Eingabe von Applikationsanweisungen den Cursor auf die Position im Strompfad, an der die Anweisung eingefügt werden soll, und geben die Kurzform der Anweisung und die Operanden ein. Die Programmier-Software erkennt automatisch, dass eine Anweisung eingegeben wird und öffnet das Eingabefenster (siehe unten). Oder positionieren Sie den Cursor und klicken Sie dann in der Werkzeugleiste auf das Symbol .

Sie können aber auch im Eingabefenster die Anweisung wählen. Klicken Sie auf das Symbol „▼“, um eine Auswahlliste zu öffnen.



In das Eingabefeld werden dann die Kurzform der Anweisung und die Operanden eingetragen. Die Einträge werden durch ein Leerzeichen getrennt.

Allen Ziffern muss ein Buchstabe vorangestellt werden, der entweder den Operandentyp oder – bei Konstanten – das Zahlenformat angibt. Der Buchstabe „K“ kennzeichnet dezimale und der Buchstabe „H“ hexadezimale Konstanten.



In diesem Beispiel wird mit einer MOV-Anweisung der Wert „5“ in das Datenregister D12 eingetragen.

Mit der Taste **Hilfe** können Sie ein Dialogfenster öffnen und eine Anweisung mit der gewünschten Funktion suchen. Dort erhalten Sie auch Informationen über die Wirkungsweise der Anweisung und die Art und Anzahl der Operanden.

Nach einem Klick auf **OK** wird die Applikationsanweisung in das Programm übernommen.



Falls Sie in Anweisungsliste programmieren, geben Sie die bitte in einer Zeile die Abkürzung der Anweisung, gefolgt von den Operanden, ein. Die einzelnen Eingaben werden auch hier durch ein Leerzeichen getrennt.

5.2 Anweisungen für den Transfer von Daten

In der SPS dienen Datenregister als Speicher für Mess- und Ausgabewerte, Zwischenergebnisse oder Tabellenwerte. Zwar lesen zum Beispiel die arithmetischen Anweisungen ihre Operandenwerte direkt aus Datenregistern und tragen – wenn gewünscht – auch das Ergebnis dort ein, zur Unterstützung dieser Anweisungen werden aber Transferanweisungen benötigt, mit denen Daten von einem Register in ein anderes kopiert oder Konstanten in Datenregister eingetragen werden können.

5.2.1 Transfer aus einzelnen Daten mit einer MOV-Anweisung

Mit einer MOV-Anweisung (von engl. *to move* = bewegen) werden Daten „bewegt“ und aus einer Datenquelle in ein Ziel kopiert.

Kontaktplan

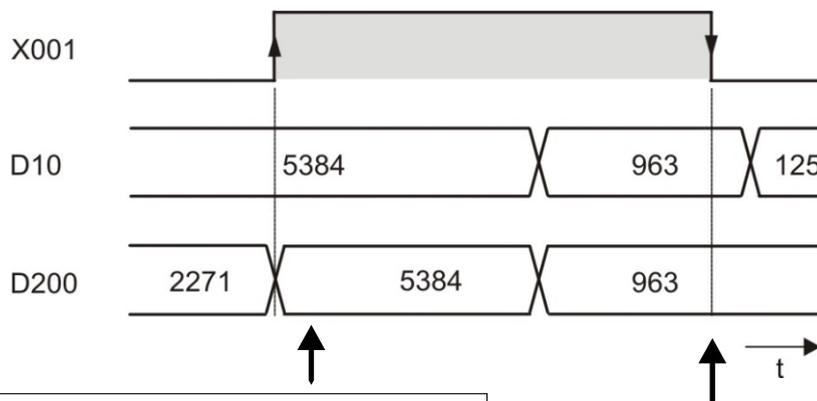
Anweisungsliste



❶ Datenquelle (Hier kann auch eine Konstante angegeben werden.)

❷ Datenziel

In diesem Beispiel wird der Inhalt des Datenregisters D10 in das Datenregister D200 übertragen, wenn der Eingang X1 eingeschaltet ist. Die folgende Abbildung zeigt den Signalverlauf für dieses Beispiel.



Solange die Eingangsbedingung der MOV-Anweisung erfüllt ist, wird der Inhalt der Datenquelle in das Datenziel übertragen. Der Inhalt der Datenquelle wird durch den Transfer nicht verändert.

Wenn die Eingangsbedingung nicht mehr erfüllt ist, wird der Inhalt des Datenziels durch diese Anweisung nicht mehr verändert.

Flankengesteuerte Ausführung der MOV-Anweisung

Für bestimmte Anwendungen ist es vorteilhafter, wenn das Datenziel nur in einem Programmzyklus beschrieben wird. Zum Beispiel, wenn an anderer Stelle im Programm in dasselbe Ziel transferiert wird oder der Transfer nur zu einem definierten Zeitpunkt stattfinden soll.

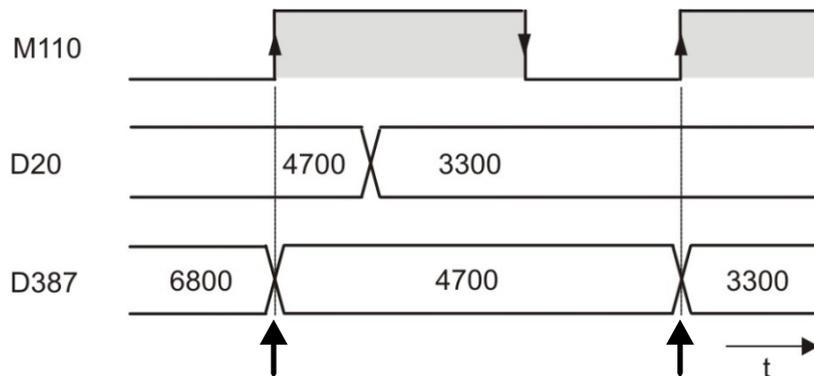
Eine MOV-Anweisung wird bei steigender Flanke der Eingangsbedingung nur **einmal** ausgeführt, wenn der Abkürzung MOV ein „P“ nachgestellt wird. (Der Buchstabe „P“ bezieht sich auf den englischen Begriff *Pulse* und weist darauf hin, dass die Anweisung durch einen Signalwechsel oder Impuls gesteuert wird.)

Im folgenden Beispiel wird nur dann der Inhalt von D20 in das Datenregister D387 eingetragen, wenn der Signalzustand von M110 von „0“ nach „1“ wechselt.

KontaktplanAnweisungsliste

```
0 LD      M110
1 MOV P  D20  D387
```

Auch wenn M110 gesetzt bleibt, wird nicht weiter in das Register D387 transferiert. Der Signalverlauf zu diesen Beispiel macht das deutlich:



Der Inhalt der Datenquelle wird nur bei der steigenden Flanke der Eingangsbedingung in das Datenziel übertragen.

Transfer von 32-Bit-Daten

Wenn mit einer MOV-Anweisung 32-Bit-Daten transferiert werden sollen, wird der Anweisung ein „D“ vorangestellt.

KontaktplanAnweisungsliste

```
0 LD      X010
1 DMOV   C200  D40
```

Wenn der Eingang X010 eingeschaltet ist, wird der Zählerstand des 32-Bit-Counters C200 in die Datenregister D40 und D41 übertragen. D40 enthält die niederwertigen Bits.

Auch die Kombination von Doppelwortverarbeitung und flankengesteuerter Ausführung ist möglich, wie das folgende Beispiel zeigt.

KontaktplanAnweisungsliste

```
0 LD      M10
1 DMOV P D10  D610
```

Beim Setzen des Merkers M10 wird der Inhalt der Register D10 und D11 in die Register D610 und D611 transferiert.

5.2.2 Transfer von Bit-Operanden in Gruppen

Im vorherigen Abschnitt wurde gezeigt, wie mit einer MOV-Anweisung Konstanten oder die Inhalte von Datenregistern in andere Datenregister übertragen werden können. Aber auch in aufeinanderfolgenden Bit-Operanden, wie Merkern, können numerische Werte gespeichert sein. Um mehrere aufeinanderfolgende Bit-Operanden mit einer Applikationsanweisung anzusprechen, wird die Adresse des ersten Bit-Operanden zusammen mit einem Faktor „K“ angegeben, der die Anzahl der Operanden angibt.

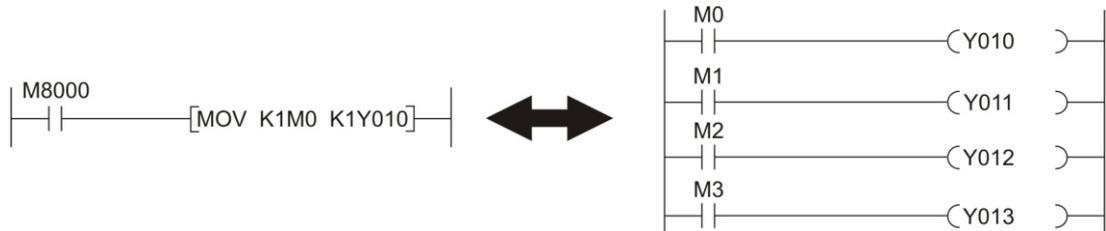
Dieser Faktor „K“ gibt die Anzahl der Einheiten zu je 4 Operanden an: K1 = 4 Operanden, K2 = 8 Operanden, K3 = 12 Operanden usw.

Mit der Angabe „K2M0“ werden zum Beispiel die acht Merker M0 bis M7 definiert. Möglich sind Faktoren von K1 (4 Operanden) bis K8 (32 Operanden).

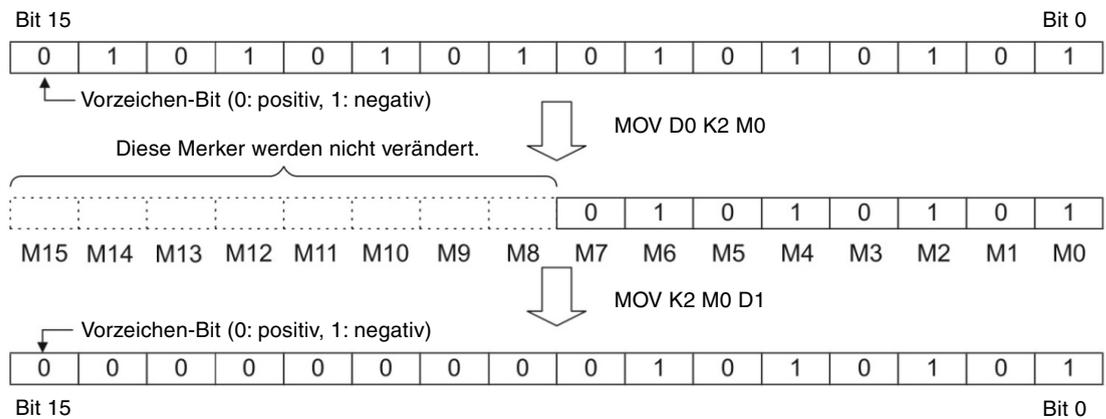
Beispiele für die Angabe von Bit-Operanden

- K1X0: 4 Eingänge, Start bei X0 (X0 bis X3)
- K2X4: 8 Eingänge, Start bei X4 (X4 bis X13, oktale Zählweise!)
- K4M16: 16 Merker, Start bei M16 (M16 bis M31)
- K3Y0: 12 Ausgänge, Start bei Y0 (Y0 bis Y13, oktale Zählweise!)
- K8M0: 32 Merker, Start bei M0 (M0 bis M31)

Die Möglichkeit, mehrere Bit-Operanden mit nur einer Anweisung anzusprechen, reduziert auch den Programmieraufwand. Die folgenden beiden Programmsequenzen haben dieselbe Funktion: Das Übertragen der Signalzustände der Merker M0 bis M3 zu den Ausgängen Y10 bis Y13.



Wenn das Datenziel kleiner ist als die Datenquelle, werden die überzähligen Bits nicht übertragen (siehe folgende Abbildung, oberes Beispiel). Ist das Datenziel größer als die Datenquelle, werden die fehlenden Stellen mit „0“ aufgefüllt. Durch die Interpretation von Bit 15 als Vorzeichen ist der dadurch entstehende Wert immer positiv. (Wie beim unteren Beispiel in der folgenden Abbildung.)



5.2.3 Transfer von zusammenhängenden Daten mit einer BMOV-Anweisung

Mit der im Abschnitt 5.2.1 vorgestellten MOV-Anweisung kann maximal ein 16- oder 32-Bit-Wert in ein Datenziel transferiert werden. Für den Transfer von zusammenhängenden Daten könnten mehrere MOV-Anweisungen nacheinander programmiert werden. Um Ihnen diesen Programmieraufwand zu ersparen, steht Ihnen die BMOV-Anweisung zur Verfügung. Die Abkürzung steht für „Block Move“: Operanden werden zusammenhängend, als Block, transferiert.

Kontaktplan

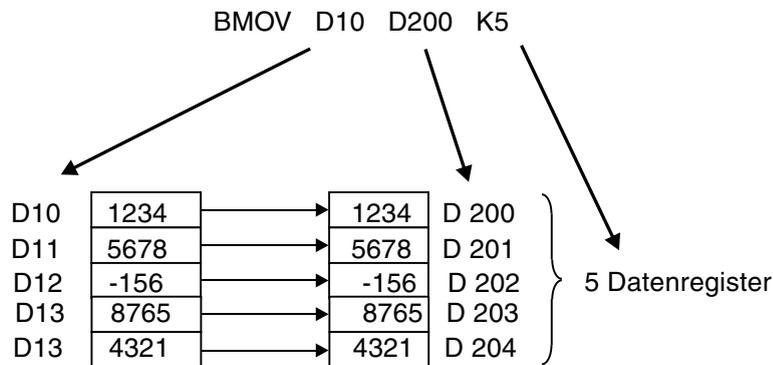


Anweisungsliste

0 BMOV D10 D200 K5
 ① ② ③

- ① Datenquelle (16-Bit-Operand, angegeben wird der 1. Operand des Quellbereichs)
- ② Datenziel (16-Bit-Operand, angegeben wird der 1. Operand des Zielbereichs)
- ③ Anzahl der zu übertragene Elemente (max. 512)

Mit den oben angegebenen Operanden ergibt sich die folgende Funktion:

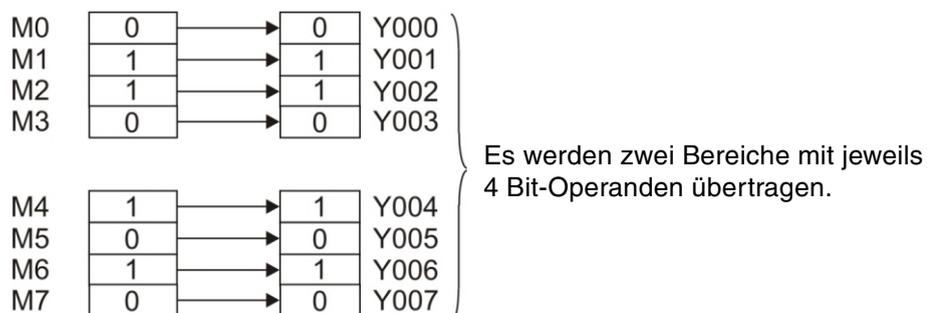


Auch eine BMOV-Anweisung kann flankengesteuert ausgeführt werden und wird in diesem Fall als BMOV-Anweisung programmiert (siehe Abschnitt 5.2.1).

Falls mit einer BMOV-Anweisung Gruppen von Bit-Operanden transferiert werden sollen, müssen die Faktoren „K“ von Datenquelle und Datenziel identisch sein.

Beispiel

BMOV K1M0 K1Y0 K2



5.2.4 Transfer von gleichen Daten in mehrere Zieleranden (FMOV)

Mit einer FMOV-Anweisung wird der Inhalt eines Wort- oder Doppelwort-Operanden oder eine Konstante in mehrere, aufeinanderfolgende Wort- bzw. Doppelwort-Operanden eingetragen. So können z. B. Datentabellen gelöscht oder Datenregister auf einen definierten Anfangswert gebracht werden.

Kontaktplan

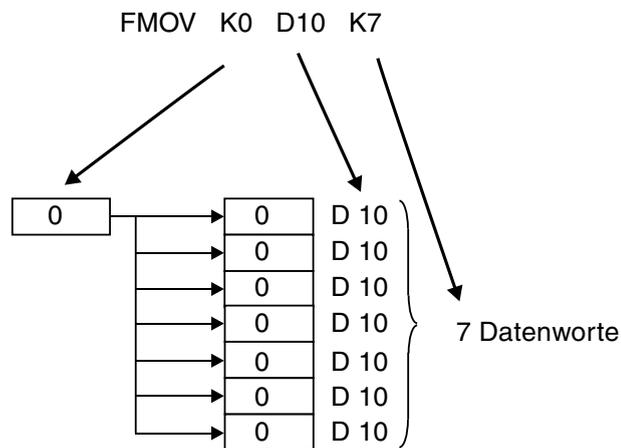


Anweisungsliste



- ❶ Daten, die in die Zieleranden eingetragen werden sollen; auch die Angabe von Konstanten ist möglich
- ❷ Datenziel (angegeben wird der 1. Operand des Zielbereichs)
- ❸ Anzahl der zu beschreibenen Elemente des Zielbereichs (max. 512)

Im folgenden Beispiel wird in 7 Elementen der Wert „0“ eingetragen:



Wird eine FMOV-Anweisung als FMOV_P-Anweisung eingegeben, erfolgt die Übertragung der Daten flankengesteuert (siehe Beschreibung der MOV-Anweisung in Abschnitt 5.2.1).

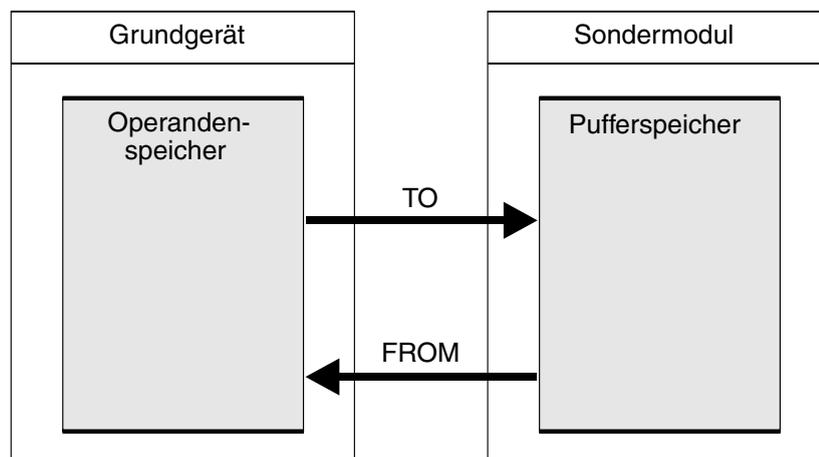
Wenn 32-Bit-Daten übertragen werden sollen, muss der Anweisung ein „D“ vorangestellt werden (DFMOV bzw. DFMOV_P).

5.2.5 Datenaustausch mit Sondermodulen

Außer bei der FX3S-Serie kann die Anzahl der digitalen Ein- und Ausgänge aller Grundgeräte der MELSEC FX-Familie durch den Anschluss von Erweiterungsgeräten erhöht werden. Zusätzlich kann der Funktionsumfang der Steuerung durch die Installation von sogenannten Sondermodule noch weiter gesteigert werden. Sondermodule erfassen zum Beispiel analoge Werte wie Ströme oder Spannungen, regeln Temperaturen oder wickeln die Kommunikation mit externen Geräten ab.

Während für die digitalen Erweiterungen keine besonderen Anweisungen benötigt werden (Die zusätzlichen Ein- und Ausgänge werden genauso wie die Ein- und Ausgänge des Grundgeräts behandelt.), werden für den Datenaustausch zwischen dem Grundgerät und einem Sondermodul zwei Applikationsanweisungen verwendet: Die FROM- und die TO-Anweisung.

Im Sondermodul ist ein Speicherbereich eingerichtet, in dem z. B. analoge Messwerte oder empfangene Daten zwischengespeichert – gepuffert – werden. Wegen dieser Funktion wird dieser Speicherbereich als „Pufferspeicher“ bezeichnet. Auf den Pufferspeicher in einem Sondermodul kann auch das Grundgerät zugreifen und z. B. Messwerte oder empfangene Daten lesen, aber dort auch Daten eintragen, die das Sondermodul dann weiterverarbeitet (Einstellungen für die Funktion des Sondermoduls, Sendedaten etc.).



Ein Pufferspeicher kann aus bis zu 32767 einzelnen Speicherzellen bestehen. Jede dieser Pufferspeicheradressen kann 16 Bit an Informationen speichern. Die Funktion einer Pufferspeicheradresse hängt von der Art des Sondermoduls ab und kann den Bedienungsanleitungen der einzelnen Sondermodule entnommen werden.

Pufferspeicheradresse 0
Pufferspeicheradresse 1
Pufferspeicheradresse 2
:
:
Pufferspeicheradresse n-1
Pufferspeicheradresse n

Für die korrekte Funktion benötigt eine FROM- oder TO-Anweisung bestimmte Angaben:

- Aus welchem Sondermodul sollen Daten gelesen bzw. in welches Sondermodul sollen Daten übertragen werden?
- Wie lautet die erste Pufferspeicheradresse, aus der Daten gelesen oder in die Daten eingetragen werden?
- Aus wie vielen Pufferspeicheradressen sollen Daten gelesen bzw. in wie vielen Adressen sollen Daten eingetragen werden.
- Wo im Grundgerät sollen die Daten aus dem Pufferspeicher abgelegt werden bzw. wo sind die Daten gespeichert, die zum Sondermodul übertragen werden sollen.

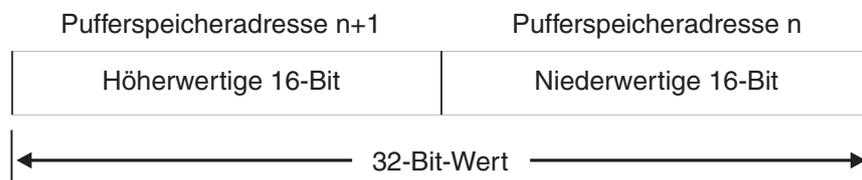
Sondermoduladresse

Um bei mehreren Sondermodulen die Daten in das richtige Modul zu transferieren oder aus dem korrekten Modul zu lesen, ist eine besondere Kennzeichnung der Module erforderlich. Dazu erhält jedes Sondermodul automatisch eine Nummer aus dem Bereich 0 bis 7 (1 bis 16 bei FX5U/FX5UC). Die Nummern werden fortlaufend vergeben, und die Nummerierung beginnt mit dem Sondermodul, welches zuerst mit der SPS verbunden ist.



Anfangsadresse im Pufferspeicher

Jede Pufferspeicheradresse kann dezimal im Bereich von 0 bis 32766 (FX5U/FX5UC: 0 bis 65535) adressiert werden. 32-Bit-Daten werden so im Pufferspeicher abgelegt, dass die Speicherzelle mit der niedrigeren Adresse die niederwertigen 16-Bit und die folgende Pufferspeicheradresse die höherwertigen 16-Bit enthält.

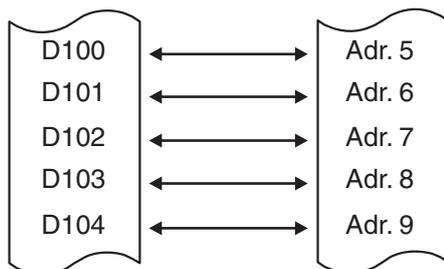


Als Anfangsadresse für 32-Bit-Daten muss daher immer die Adresse angegeben werden, welche die niederwertigen 16-Bit enthält.

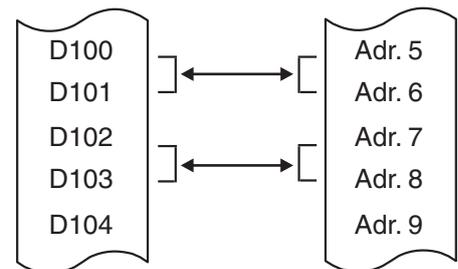
Anzahl der zu übertragenden Daten

Die Anzahl der Daten bezieht sich auf die zu übertragenden Dateneinheiten. Wird eine FROM- oder TO-Anweisung als 16-Bit-Anweisung ausgeführt, entspricht diese Angabe der Anzahl der Worte, die übertragen wird. Bei einer 32-Bit-Anweisung in der Form DFROM oder DTO wird die Anzahl der zu übertragenden Doppelworte angegeben.

16-Bit-Anweisung
Anzahl der Daten: 5



32-Bit-Anweisung
Anzahl der Daten: 2



Der Wert, der als Datenmenge angegeben werden kann, hängt davon ab, welche SPS verwendet wird und ob die FROM-Anweisung als 16- oder 32-Bit-Anweisung ausgeführt wird:

Verwendete SPS	Zulässiger Bereich für die „Anzahl der zu übertragenden Daten“	
	16-Bit-Anweisung (FROM,TO)	32-Bit-Anweisung (DFROM,DTO)
FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3U, FX3UC	1 bis 32767	1 bis 16383
FX5U, FX5UC	1 bis 65535	1 bis 32767

Datenziel oder -quelle im Grundgerät

In den meisten Fällen werden die Daten aus Registern gelesen und an ein Sondermodul übertragen oder aus dessen Pufferspeicher in den Datenregisterbereich des Grundgeräts transferiert. Als Datenziel oder -quelle können aber auch Ausgänge und Merker oder Timer- und Counter-Istwerte dienen.

Flankengesteuerte Ausführung der Anweisungen

Wenn an die Abkürzung der Anweisung ein „P“ angefügt wird, erfolgt die Übertragung der Daten flankengesteuert (siehe Beschreibung der MOV-Anweisung in Abschnitt 5.2.1).

Die FROM-Anweisung im Detail

Mit einer FROM-Anweisung werden Daten aus dem Pufferspeicher eines Sondermoduls in das Grundgerät übertragen. Der Inhalt des Pufferspeichers ändert sich dabei nicht, die Daten werden kopiert.

Kontaktplan



Anweisungsliste

0 FROM K0 K10 D0 K1
 ① ② ③ ④

- ① Sondermoduladresse (0 bis 7)
- ② Anfangsadresse im Pufferspeicher (FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3U und FX3UC: 0 bis 32766, FX5U und FX5UC: 0 bis 65535) Die Angabe kann durch eine Konstante oder ein Datenregister erfolgen, das den Wert der Adresse enthält.
- ③ Datenziel im Grundgerät
- ④ Anzahl der zu übertragenden Daten

Im oben abgebildeten Beispiel wird aus einem Analogeingangsmodul FX3U-4AD mit der Adresse 0 der Istwert von Kanal 1 aus der Pufferspeicheradresse 10 in das Datenregister D0 übertragen.

Im folgenden Beispiel für eine 32-Bit-Anweisung werden Daten aus dem Sondermodul mit der Adresse 2 gelesen. Ab der Pufferspeicheradresse 8 werden 4 Doppelworte gelesen und im Grundgerät in den Datenregistern D8 bis D15 gespeichert.



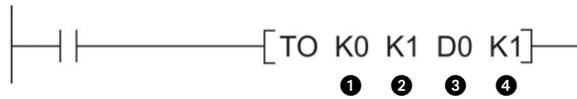
Im letzten Beispiel ist eine FROMP-Anweisung programmiert worden. Dadurch werden die Inhalte der vier Pufferspeicheradressen 0 bis 3 nur dann in die Datenregister D10 bis D13 eingetragen, wenn der Signalzustand der Eingangsbedingung von „0“ nach „1“ wechselt.



Die TO-Anweisung im Detail

Mit einer TO-Anweisung werden Daten aus dem Grundgerät in den Pufferspeicher eines Sondermoduls übertragen. Der Inhalt der Datenquelle wird bei diesem Kopiervorgang nicht verändert.

Kontaktplan



Anweisungsliste



- ❶ Sondermoduladresse (0 bis 7)
- ❷ Anfangsadresse im Pufferspeicher (FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3U und FX3UC: 0 bis 32766, FX5U und FX5UC: 0 bis 65535)
- ❸ Datenquelle im Grundgerät
- ❹ Anzahl der zu übertragenden Daten

Im oben abgebildeten Beispiel wird der Inhalt des Datenregisters D0 in die Pufferspeicheradresse 1 des Sondermoduls mit der Adresse 0 übertragen.

5.3 Vergleichsanweisungen

Um im Programm den Status von Bit-Operanden wie Eingängen oder Merkern zu prüfen, genügen die logischen Grundanweisungen, weil diese Operanden nur die beiden Zustände „0“ und „1“ annehmen können. Oft muss aber im Programm der Inhalt eines Wort-Operanden geprüft und abhängig davon eine bestimmte Aktion, wie zum Beispiel das Einschalten eines Kühlventilators beim Überschreiten einer bestimmten Temperatur, eingeleitet werden. Die Steuerungen der MELSEC FX-Familie bieten verschiedene Möglichkeiten für den Vergleich von Daten.

5.3.1 Die CMP-Anweisung

Mit der CMP-Anweisung werden zwei numerische Werte verglichen. Diese Werte können Konstanten oder die Inhalte von Datenregistern sein. Aber auch die Angabe von Timer- oder Counter-Istwerten ist möglich. Abhängig vom Ergebnis des Vergleichs (größer, kleiner oder gleich) wird einer von drei Bit-Operanden eingeschaltet.

Kontaktplan



Anweisungsliste

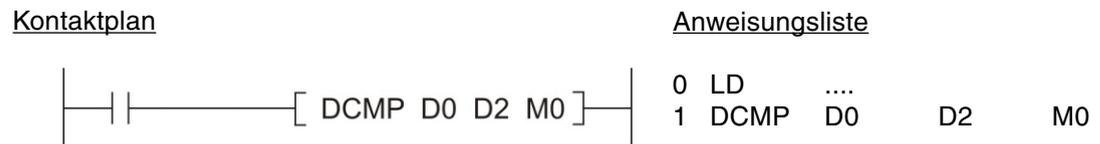


- ❶ Eingangsbedingung
- ❷ Erster Vergleichswert
- ❸ Zweiter Vergleichswert
- ❹ Erster von drei aufeinanderfolgenden Merkern oder Ausgängen, die abhängig vom Vergleichsergebnis eingeschaltet werden (Signalzustand „1“).
 - 1. Operand: EIN, wenn Vergleichswert 1 > Vergleichswert 2
 - 2. Operand: EIN, wenn Vergleichswert 1 = Vergleichswert 2
 - 3. Operand: EIN, wenn Vergleichswert 1 < Vergleichswert 2

In diesem Beispiel werden von der CPM-Anweisung die Merker M0, M1 und M2 gesteuert. M0 ist „1“, wenn der Inhalt von D0 größer als 100 ist, M1 ist „1“, wenn der Inhalt von D0 genau „100“ ist, und M2 wird eingeschaltet, wenn in D0 ein kleinerer Wert als „100“ gespeichert ist.

Auch nach dem Ausschalten der Eingangsbedingung bleibt der Zustand der drei Bit-Operanden erhalten, weil ihr letzter Zustand gespeichert wird.

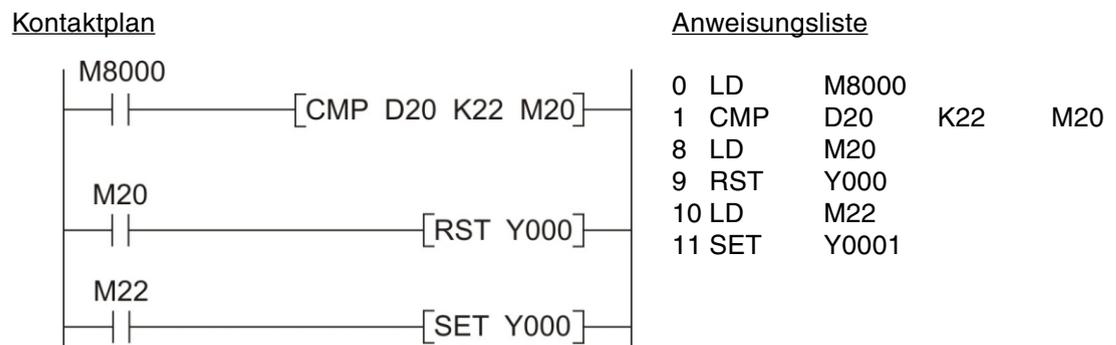
Um 32-Bit-Daten zu vergleichen, wird die CMP-Anweisung mit einem vorangestellten „D“ als DCMP-Anweisung aufgerufen:



Im oben abgebildeten Beispiel wird der Inhalt von D0 und D1 mit dem Inhalt von D2 und D3 verglichen. Die Steuerung der drei Bit-Operanden entspricht der CMP-Anweisung.

Anwendungsbeispiel

Mit einer CMP-Anweisung lässt sich schnell eine einfache Zweipunktregelung realisieren.



Die CMP-Anweisung wird in diesem Beispiel zyklisch bearbeitet. M8000 ist immer „1“, wenn die SPS das Programm bearbeitet. Das Register D20 enthält den Istwert der Raumtemperatur. Die Konstante K22 gibt den Sollwert von 22 °C vor. Die Merker M20 und M22 zeigen ein Über- bzw. Unterschreiten des Sollwerts an. Ist der Raum zu warm, wird der Ausgang Y0 ausgeschaltet. Bei zu niedriger Temperatur dagegen wird durch M22 der Ausgang Y0 wieder eingeschaltet. Durch diesen Ausgang kann beispielsweise eine Pumpe angesteuert werden, die für die Zufuhr von warmen Wasser sorgt.

5.3.2 Vergleiche innerhalb von logischen Verknüpfungen

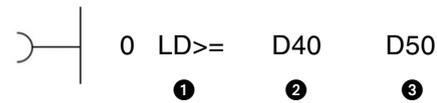
Bei der zuvor beschriebene CMP-Anweisung wird das Vergleichsergebnis durch drei Bit-Operanden angegeben. Oft möchte man aber nur eine Ausgabeanweisung oder eine Verknüpfung von einem Vergleich abhängig machen und dafür nicht drei Operanden belegen. Für diese Zwecke stehen die „Lade Vergleich“-Anweisungen sowie die UND- und ODER-verknüpften Vergleiche zur Verfügung.

Vergleich am Anfang einer Verknüpfung

Kontaktplan



Anweisungsliste



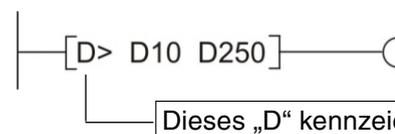
- ❶ Vergleichsbedingung
- ❷ Erster Vergleichswert
- ❸ Zweiter Vergleichswert

Ist die angegebene Bedingung erfüllt, ist der Signalzustand nach der Vergleichsanweisung gleich „1“. Der Signalzustand „0“ zeigt an, dass der Vergleich nicht erfüllt ist. Die folgenden Vergleiche sind möglich:

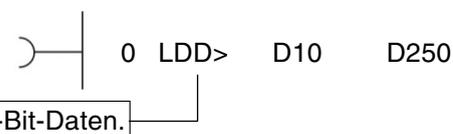
- Vergleich auf „Gleich“: = (Vergleichswert 1 = Vergleichswert 2)
Der Ausgang der Anweisung führt nur Signalzustand „1“, wenn die Werte beider Operanden gleich groß sind.
- Vergleich auf „Größer“: > (Vergleichswert 1 > Vergleichswert 2)
Der Ausgang der Anweisung führt nur Signalzustand „1“, wenn der 1. Vergleichswert größer als der 2. Vergleichswert ist.
- Vergleich auf „Kleiner“: < (Vergleichswert 1 < Vergleichswert 2)
Der Ausgang der Anweisung führt nur Signalzustand „1“, wenn der 1. Vergleichswert kleiner als der 2. Vergleichswert ist.
- Vergleich auf „Ungleich“: <> (Vergleichswert 1 ungleich Vergleichswert 2)
Der Ausgang der Anweisung führt nur Signalzustand „1“, wenn der 1. und der 2. Vergleichswert ungleich sind.
- Vergleich auf „Kleiner-Gleich“: <= (Vergleichswert 1 ≤ Vergleichswert 2)
Der Ausgang der Anweisung führt Signalzustand „1“, wenn der 1. Vergleichswert kleiner oder gleich dem 2. Vergleichswert ist.
- Vergleich auf „Größer-Gleich“: >= (Vergleichswert 1 ≥ Vergleichswert 2)
Der Ausgang der Anweisung führt Signalzustand „1“, wenn der 1. Vergleichswert größer oder gleich dem 2. Vergleichswert ist.

Wenn 32-Bit-Daten verglichen werden sollen, muss der Anweisung ein „D“ (für „Doppelworte“ hinzugefügt werden:

Kontaktplan



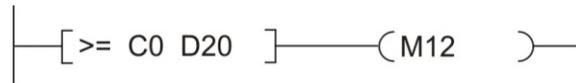
Anweisungsliste



In diesem Beispiel wird geprüft, ob der Inhalt der Datenregister D10 und D11 größer ist als der Inhalt der Register D250 und D251.

Weitere Beispiele:

Kontaktplan

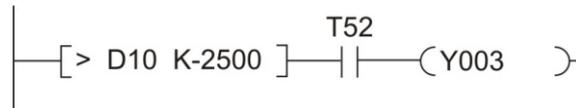


Anweisungsliste

```
0 LD>= C0 D20
5 OUT M12
```

Der Merker M12 hat den Signalzustand „1“, wenn der Zählerstand von C0 dem Inhalt von D20 entspricht oder größer ist.

Kontaktplan

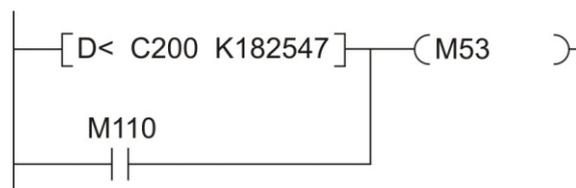


Anweisungsliste

```
0 LD> D10 K-2500
5 AND T52
6 OUT Y003
```

Wenn der Inhalt von D10 größer als -2500 und der Timer T52 abgelaufen ist, wird der Ausgang Y003 eingeschaltet.

Kontaktplan



Anweisungsliste

```
0 LDD< C200 K182547
9 OR M110
10 OUT M53
```

Falls der Zählerstand des 32-Bit-Counters C200 kleiner als 182547 ist oder der Merker M110 den Signalzustand „1“ hat, wird M53 „1“.

Vergleich als UND-Verknüpfung

Kontaktplan



Anweisungsliste

```
0 LD
1 AND<= D40 D50
```

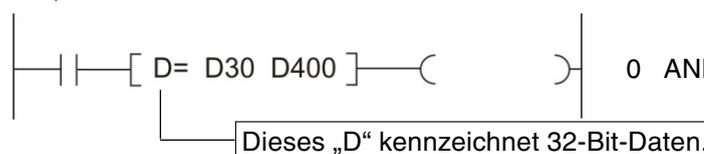
① ② ③

- ① Vergleichsbedingung
- ② Erster Vergleichswert
- ③ Zweiter Vergleichswert

Ein UND-verknüpfter Vergleich kann im Programm wie eine normale AND-Anweisung verwendet werden (siehe Kap. 3).

Die Vergleichsmöglichkeiten entsprechen denen der oben beschriebenen Vergleiche am Anfang einer Verknüpfung. Auch bei einer UND-Verknüpfung können 32-Bit-Werte verglichen werden:

Kontaktplan

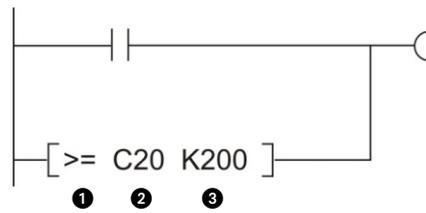


Anweisungsliste

```
0 ANDD= D30 D400
```

Vergleich als ODER-Verknüpfung

Kontaktplan



Anweisungsliste

```

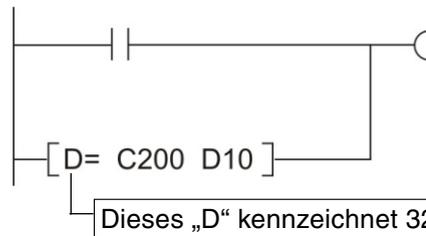
0 LD      ...
1 OR>=   C20   K200
          ①     ②     ③
    
```

- ① Vergleichsbedingung
- ② Erster Vergleichswert
- ③ Zweiter Vergleichswert

Im Programm kann ein ODER-verknüpfter Vergleich wie eine OR-Anweisung verwendet werden (siehe Kap. 3).

Für die Vergleiche gelten wieder die oben beschriebenen Bedingungen. Beim Vergleich von 32-Bit-Daten wird wie bei den anderen Vergleichsanweisungen ein „D“ angefügt:

Kontaktplan



Anweisungsliste

```

0 LD      ...
1 ORD=   C200  D10
    
```

Dieses „D“ kennzeichnet 32-Bit-Daten.

5.4 Arithmetische Anweisungen

Alle Steuerungen der MELSEC FX-Familie beherrschen die vier Grundrechenarten und können Zahlen ohne Nachkommastellen addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren. Die Anweisungen dazu werden in diesem Abschnitt beschrieben.

Die Grundgeräte können zusätzlich auch Gleitkommazahlen verarbeiten. Dafür sind besondere Anweisungen erforderlich, die in der Programmieranleitung der FX-Familie, Art.-Nr. 136748 bzw. der iQ-F-Programmieranleitung ausführlich beschrieben sind.

Nach einer Addition oder Subtraktion sollten im Programm die Zustände der unten aufgeführten Sondermerker geprüft werden, um festzustellen, ob bei der Rechenoperation der zulässige Wertebereich überschritten wurde oder das Ergebnis „0“ ist.

- M8020

Dieser Sondermerker hat den Signalzustand „1“, wenn das Ergebnis einer Addition oder Subtraktion „0“ ist.

- M8021

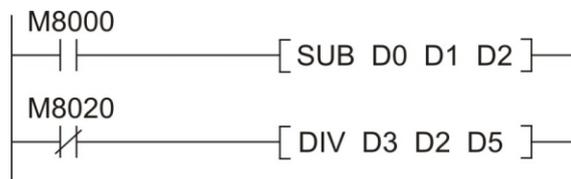
Ist das Ergebnis einer Addition oder Subtraktion kleiner als -32 767 (16-Bit-Operation) bzw. kleiner als -2 147 483 648 (32-Bit-Operation), wird der Signalzustand von M8021 „1“.

- M8022

Überschreitet das Ergebnis den Wert +32 767 (16-Bit-Operationen) bzw. +2 147 483 647 (32-Bit-Operationen), hat M8022 den Signalzustand „1“.

Diese Sondermerker können im Programm als Freigabe für weitere Rechenoperationen verwendet werden. Bei der folgenden Berechnung wird das Ergebnis der Subtraktion in D2 als Divisor verwendet. Eine Division durch „0“ aber nicht möglich und führt zu einem Fehler. Die Division wird daher nur ausgeführt, wenn der Divisor nicht „0“ ist.

Kontaktplan



Anweisungsliste

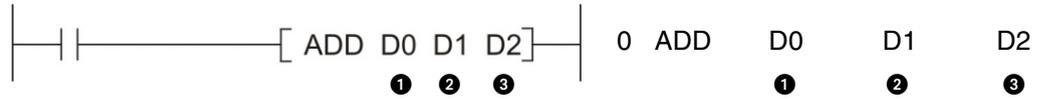
0	LD	M8000		
1	SUB	D0	D1	D2
8	LDI	M8020		
9	DIV	D3	D2	D5

5.4.1 Addition

Mit einer ADD-Anweisung werden zwei 16- oder 32-Bit-Werte addiert und das Ergebnis in einem weiteren Operanden abgelegt.

Kontaktplan

Anweisungsliste



- ❶ Erster Quelloperand oder Konstante
- ❷ Zweiter Quelloperand oder Konstante
- ❸ Operand, in dem das Ergebnis der Addition eingetragen wird

Im oben abgebildeten Beispiel werden die Inhalte der Datenregister D0 und D1 addiert und das Ergebnis in D2 gespeichert.

Beispiele

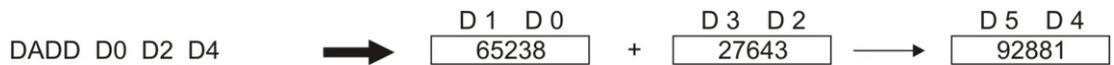
Zum Inhalt des Datenregisters D100 wird der Wert „1000“ addiert:



Die Vorzeichen der Werte werden bei der Addition berücksichtigt:



Auch die Addition von 32-Bit-Werten ist möglich. In diesem Fall wird der Anweisung ein „D“ vorangestellt (ADD -> DADD)



Das Ergebnis kann auch wieder in einen der Quelloperanden eingetragen werden. Beachten Sie aber bitte, dass sich das Ergebnis in jedem Programmzyklus ändert, wenn die ADD-Anweisung zyklisch ausgeführt wird.

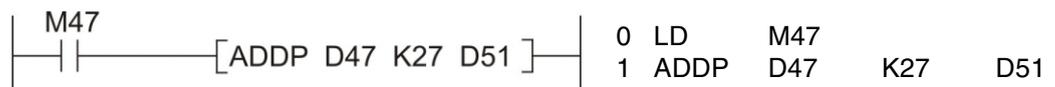


Auch eine ADD-Anweisung kann flankengesteuert – das heißt nur einmal, wenn der Signalzustand der Eingangsbedingung von „0“ nach „1“ wechselt – ausgeführt werden. Fügen Sie dazu einfach ein „P“ an die Anweisung an (ADD -> ADDP, DADD -> DADDP).

Im folgenden Beispiel wird nur einmal in dem Programmzyklus, in dem der Signalzustand des Merkers M47 von „0“ nach „1“ wechselt, zum Inhalt von D47 die Konstante „27“ addiert.

Kontaktplan

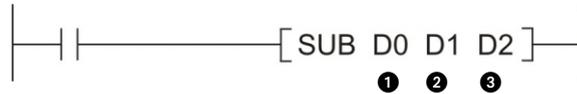
Anweisungsliste



5.4.2 Subtraktion

Zur Subtraktion von zwei numerischen Werten (Inhalte von 16- oder 32-Bit-Operanden oder Konstanten) wird die SUB-Anweisung verwendet. Das Ergebnis der Subtraktion wird in einem dritten Operanden abgelegt.

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	SUB	D0	D1	D2
		①	②	③

- ① Minuend (Von diesen Wert wird abgezogen)
- ② Subtrahend (Dieser Wert wird abgezogen.)
- ③ Differenz (Ergebnis der Subtraktion)

Mit der oben abgebildeten Anweisung wird der Inhalt von D1 vom Inhalt von D0 subtrahiert und das Ergebnis in D2 gespeichert.

Beispiele

Vom Inhalt des Datenregisters D100 wird der Wert „100“ subtrahiert und das Ergebnis in D101 gespeichert:



Die Werte werden unter Berücksichtigung der Vorzeichen subtrahiert:



Wenn 32-Bit-Werte subtrahiert werden sollen, wird der Anweisung ein „D“ vorangestellt (SUB -> DSUB).



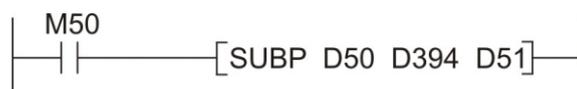
Das Ergebnis kann auch wieder in einen der Quelloperanden eingetragen werden. Wenn die SUB-Anweisung zyklisch ausgeführt wird, ändert sich allerdings der Inhalt dieses Operanden in jedem Programmzyklus.



Eine SUB-Anweisung kann auch flankengesteuert ausgeführt werden. In diesem Fall wird an die Anweisung ein „P“ angefügt. (SUB -> SUBP, DSUB -> DSUBP).

Im folgenden Beispiel wird der Inhalt von D394 nur einmal in dem Programmzyklus vom Inhalt von D50 abgezogen, in dem der Signalzustand des Merkers M50 von „0“ nach „1“ wechselt.

Kontaktplan



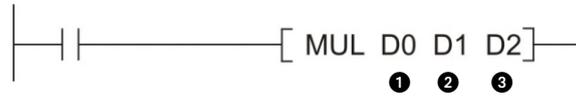
Anweisungsliste

0	LD	M50		
1	SUBP	D50	D394	D51

5.4.3 Multiplikation

Durch eine MUL-Anweisung multipliziert die FX-SPS zwei 16- oder 32-Bit-Werte und legt das Ergebnis in einem dritten Operandenbereich ab.

Kontaktplan



Anweisungsliste

0	MUL	D0	D1	D2
		❶	❷	❸

- ❶ Multiplikand
- ❷ Multiplikator
- ❸ Produkt (Multiplikand x Multiplikator = Produkt)

HINWEIS

Bei der Multiplikation von zwei 16-Bit-Werten kann das Ergebnis den Bereich überschreiten, der mit 16 Bit dargestellt werden kann. Aus diesem Grund wird das Produkt immer in zwei aufeinander folgenden 16-Bit-Operanden (= 32 Bit) gespeichert.

Werden zwei 32-Bit-Werte multipliziert, wird das Ergebnis sogar in vier aufeinander folgenden 16-Bit-Operanden (= 64 Bit) abgelegt.

Bitte beachten Sie die Größe dieser Operandenbereiche bei der Programmierung, und vermeiden Sie eine Doppelbelegung durch Bereichsüberschneidungen. In der Anweisung wird jeweils der Operand angegeben, der die niederwertigsten Daten enthält.

Beispiele

Multiplikation der Inhalte von D0 und D1 und Speicherung des Ergebnisses in D3 und D2:



Die Multiplikation erfolgt unter Berücksichtigung der Vorzeichen. In diesem Beispiel wird der Inhalt von D10 mit der Konstanten „-5“ multipliziert:



Zur Multiplikation von 32-Bit-Werten wird der Anweisung ein „D“ vorangestellt (MUL -> DMUL)



Wird an die MUL-Anweisung ein „P“ angefügt (MUL -> MULP, DMUL -> DMULP), wird sie flankengesteuert ausgeführt. Die folgende Multiplikation erfolgt nur beim Einschalten des Eingangs X24:

Kontaktplan



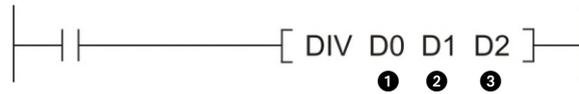
Anweisungsliste

0	LD	X24		
1	MULP	D25	D300	D26

5.4.4 Division

Um zwei Zahlen (Inhalte von 16- oder 32-Bit-Operanden oder Konstanten) zu dividieren, steht Ihnen bei den Steuerungen der MELSEC FX-Familie die DIV-Anweisung zur Verfügung. Da mit dieser Anweisung keine Zahlen mit Nachkommastellen verarbeitet werden können, ist auch das Ergebnis der Division immer ganzzahlig. Der nicht teilbare Rest wird gesondert abgespeichert.

Kontaktplan



Anweisungsliste



- ❶ Dividend
- ❷ Divisor
- ❸ Quotient (Ergebnis der Division: Dividend ÷ Divisor = Quotient)

HINWEISE

Der Divisor darf nicht den Wert „0“ annehmen. Eine Division durch „0“ ist nicht möglich und führt zu einem Fehler.

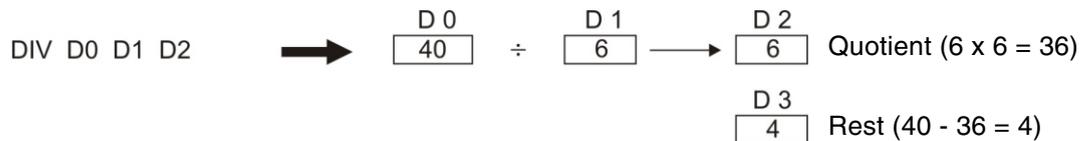
Wenn zwei 16-Bit-Werte dividiert werden, wird der Quotient in einem 16-Bit-Operanden und der nicht teilbare Rest im darauf folgenden Operanden abgelegt. Für das Ergebnis der Division werden also immer zwei 16-Bit-Operanden (= 32 Bit) belegt.

Bei der Division von zwei 32-Bit-Werten, wird der Quotient in zwei 16-Bit-Operanden und der nicht teilbare Rest in den darauf folgenden beiden 16-Bit-Operanden eingetragen. Bei dieser Art der Division werden vier aufeinander folgende 16-Bit-Operanden (= 64 Bit) für das Ergebnis benötigt.

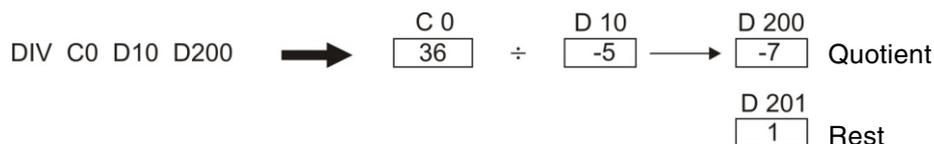
Bitte beachten Sie bei der Programmierung die erforderliche Größe dieser Operandenbereiche, und vermeiden Sie eine Doppelbelegung durch Bereichsüberschneidungen. In der Anweisung wird jeweils der Operand angegeben, der die niederwertigsten Daten enthält.

Beispiele

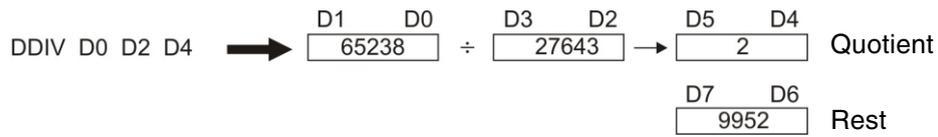
Der Inhalt von D0 wird durch den Inhalt von D1 geteilt und das Ergebnis in D2 und D3 gespeichert:



Bei der Division werden die Vorzeichen berücksichtigt. In diesem Beispiel wird der Zählerstand von C0 durch den Inhalt von D10 geteilt:



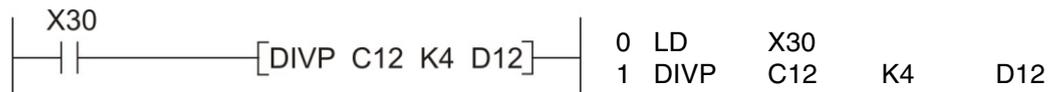
Division von 32-Bit-Werten:



Wird an eine DIV-Anweisung der Buchstabe „P“ angefügt (DIV -> DIVP, DDIVPL -> DMULP), wird sie flankengesteuert ausgeführt. Im folgenden Programmbeispiel wird der Zählerstand von C12 nur in dem Programmzyklus durch „4“ geteilt, in dem auch der Eingang X30 eingeschaltet wird:

Kontaktplan

Anweisungsliste



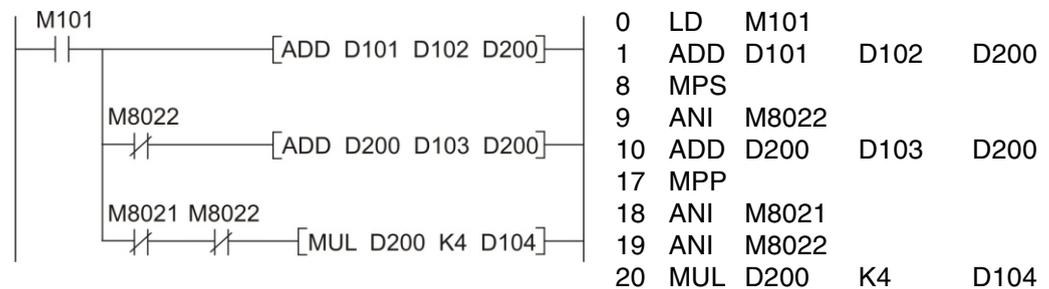
5.4.5 Kombination von arithmetischen Anweisungen

In der Praxis kommt man selten mit nur einer Berechnung aus. Zur Lösung komplexer Aufgaben können arithmetische Anweisungen kombiniert werden. Je nach Art der Berechnung müssen Operanden zur Speicherung von Zwischenergebnissen vorgesehen werden.

Die Addition der Inhalte der Datenregister D101, D102 sowie D103 und die anschließende Multiplikation mit dem Faktor „4“ könnte zum Beispiel so realisiert werden:

Kontaktplan

Anweisungsliste



- Zuerst werden die Inhalte von D101 und D102 addiert und das Ergebnis in D200 zwischengespeichert.
- Nur wenn die Summe der Inhalte von D101 und D102 den zulässigen Bereich nicht überschreitet, wird anschließend der Inhalt von D103 hinzu addiert.
- Wenn die Summe der Inhalte von D101 bis D103 im zulässigen Bereich liegt, wird sie mit dem Faktor „4“ multipliziert. Das Ergebnis der Berechnung wird in D104 und D105 eingetragen.

6 Erweiterungsmöglichkeiten

6.1 Generelles

Zusätzlich zu den Grundgeräten stehen Erweiterungsgeräte und Sondermodule zum weiteren Ausbau des SPS-Systems zur Verfügung.

Diese Module werden in die folgenden drei Kategorien eingestuft:

- Module, die digitale Ein-/Ausgänge belegen (rechts an der Steuerung montierbar). Hierzu zählen die digitalen kompakten und modularen Erweiterungen sowie die Sondermodule.
- Module, die keine digitalen Ein-/Ausgänge belegen (links an der Steuerung montierbar).
- Schnittstellen- und Kommunikationsadapter, die keine digitalen Ein-/Ausgänge belegen (direkt in der Steuerung einbaubar).

6.2 Übersicht

6.2.1 Erweiterungsmodule für zusätzliche digitale Ein- und Ausgänge

Außer für die FX3S-Serie stehen zur Erweiterung eines MELSEC-Grundgeräts verschiedene modulare und kompakte Erweiterungsgeräte zur Verfügung. Darüberhinaus können die Grundgeräte der FX3G-, FX3GE- und FX3S-Serie mittels Erweiterungsadapter, die direkt in die Steuerung eingesetzt werden, um digitale Ein- oder Ausgänge erweitert werden. Diese Adapter sind insbesondere dann von Vorteil, wenn nur wenige zusätzliche E/As benötigt werden und die Platzverhältnisse für ein seitlich anbaubares Modul nicht ausreichen.

Die modularen Erweiterungsgeräte enthalten nur digitale Ein-/Ausgänge und keine eigene Netzversorgung, kompakte Erweiterungsgeräte enthalten eine größere Anzahl Ein-/Ausgänge und ein integriertes Netzteil zur Versorgung des Systembusses und der digitalen Eingänge.

Die große Zahl von Kombinationsmöglichkeiten der Grund- und Erweiterungsgeräte gewährleistet, dass für jede Aufgabenstellung die bestmögliche wirtschaftliche Lösung gefunden wird.

6.2.2 Analoge Ein-/Ausgangsmodule

Analoge Ein/Ausgangsmodule sind in der Lage, analoge Eingangssignale in digitale Werte oder digitale Werte in analoge Ausgangssignale zu wandeln.

Es stehen hier eine Reihe von Modulen für Strom-/Spannungssignale sowie zur Temperaturerfassung mit direkter Anschlussmöglichkeit von Pt100-Widerstandsthermometern oder Thermoelementen zur Verfügung.

Die Grundgeräte der FX3GE- und der FX5U-Serie sind auch ohne zusätzliche Module in der Lage, zwei analoge Eingangssignale zu erfassen und ein analoges Signal auszugeben (FX3GE: jeweils 0–10 V oder 4–20 mA, FX5U: jeweils 0–10 V).

Die Grundgeräte FX3S-30M□/E□-2AD bieten zwei integrierte analoge Eingänge (0–10 V).

In Kapitel 7 werden die Grundzüge der Analogwertverarbeitung erklärt.

6.2.3 Kommunikationsmodule

Mitsubishi Electric bietet eine Reihe von Schnittstellenmodulen und Adaptern mit seriellen Schnittstellen (RS232, RS422 und RS485) zum Anschluss von Peripheriegeräten oder zur Kopplung von Steuerungen.

Spezielle Kommunikationsmodule ermöglichen die Integration aller Steuerungen der MELSEC FX3- und FX5-Serie in verschiedene Netzwerke.

Es stehen Netzwerkmodule für Ethernet, Profibus DP, AS-I, DeviceNet, CANopen, CC-Link sowie zum Aufbau von Mitsubishi eigenen Netzwerken zur Verfügung.

Die Grundgeräte der FX3GE-, FX5U- und FX5UC-Serie sind bereits mit einer Ethernet-Schnittstelle ausgestattet.

6.2.4 Positioniermodule

Neben den internen schnellen Zählern der MELSEC FX stehen dem Anwender zusätzliche High-Speed-Zählermodule als externe Hardwarezähler mit der Anschlussmöglichkeit inkrementaler Drehgeber oder Positioniermodule für Servo- und Schrittantriebe zur Verfügung.

Zur Realisierung genauer Positionieraufgaben in Verbindung mit der MELSEC FX-Familie stehen Positioniermodule für Impulskettenausgabe zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Module können sowohl Schritt- als auch Servoantriebe gesteuert werden.

6.2.5 MMI-Bediengeräte

Mit den Bediengeräten von Mitsubishi Electric wird dem Anwender die einfache und flexible Mensch-Maschine-Kommunikation mit der MELSEC FX-Familie ermöglicht. MMI-Bediengeräte bringen Transparenz in die Funktionsabläufe einer Anlage.

Alle Geräte ermöglichen die Überwachung und Änderung aller SPS-spezifischen Daten, wie Soll-/Istwerte von Zeiten, Zählern, Datenregistern und Schrittsteueranweisungen.

Wahlweise sind die MMI-Bediengeräte mit Text- und/oder grafischer Darstellung erhältlich. Frei programmierbare Funktionstasten oder berührungssensitive Bildschirme erhöhen den Bedienkomfort. Programmierung und Konfiguration erfolgen einfach und bedienerfreundlich über einen Windows®-PC.

Die Kommunikation der Bediengeräte mit der FX-SPS erfolgt über die Programmierschnittstelle der Steuerung mittels des zugehörigen Kabels. Sie benötigen keine zusätzlichen Module für die Verbindung mit der SPS.

7 Verarbeitung von analogen Werten

7.1 Analogmodule

Bei der Automatisierung eines Prozesses müssen häufig analoge Größen wie beispielsweise Temperaturen, Drücke oder Füllstände gemessen und gesteuert oder geregelt werden. Mit Ausnahme der FX3GE*, FX5U* und der Geräte FX3S-30M□/E□-2AD* kann ein Grundgerät der MELSEC FX-Familie ohne zusätzliche Module nur digitale Ein- oder Ausgangssignale (EIN/AUS-Informationen) verarbeiten. Zur Erfassung und Ausgabe von analogen Signalen werden daher besondere Analogmodule benötigt.

Grundsätzlich kann unterschieden werden zwischen

- Analogeingangsmodulen und
- Analogausgangsmodulen.

Analogeingangsmodule können Ströme, Spannungen oder Temperaturen erfassen. Analogausgangsmodule dienen zur Ausgabe von Strömen oder Spannungen. Daneben gibt es noch kombinierte Module, die analoge Signale erfassen und ausgeben können.

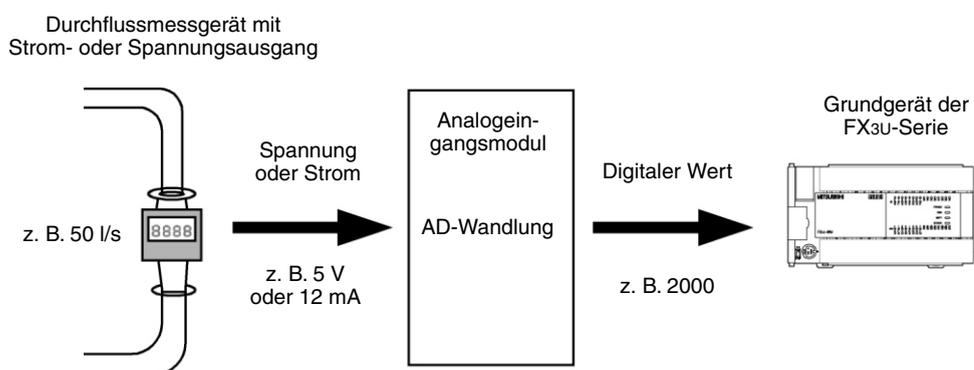
* Die Grundgeräte der FX3GE- und der FX5U-Serie sind auch ohne zusätzliche Module in der Lage, zwei analoge Eingangssignale zu erfassen und ein analoges Signal auszugeben (FX3GE: jeweils 0–10 V oder 4–20 mA, FX5U: jeweils 0–10 V). Die Grundgeräte FX3S-30M□/E□-2AD bieten zwei integrierte analoge Eingänge (0–10 V).

Analogeingangsmodule

Analogeingangsmodule wandeln einen gemessenen analogen Wert (z. B. 10 V) in einen digitalen Wert (z. B. 4000), der von der SPS weiter verarbeitet werden kann. Dieser Vorgang wird als Analog/Digitalwandlung oder auch kurz als A/D-Wandlung bezeichnet.

Während Temperaturen mit Analogmodulen der MELSEC FX-Familie direkt erfasst werden können, müssen andere physikalische Signale, wie z. B. Drücke oder Durchflussmengen, erst in Strom- oder Spannungswerte gewandelt werden, bevor sie von der SPS verarbeitet werden können. Diese Wandlung wird von Messaufnehmern übernommen, die an ihren Ausgängen genormte Signale zur Verfügung stellen (zum Beispiel 0 bis 10 V oder 4 bis 20 mA.) Die Messung eines Stromes hat den Vorteil, dass der Messwert nicht durch die Länge der Leitungen oder durch Übergangswiderstände beeinflusst wird.

Die folgende Abbildung zeigt als Beispiel für eine Analogwerterfassung eine Durchflussmessung mit einer SPS der MELSEC FX3U-Serie.



Analogeingangsmodule zur Messung von Temperaturen

Zur Erfassung der Temperatur werden entweder Pt100-Widerstandsthermometer oder Thermoelemente verwendet.

- Pt100-Widerstandsthermometer

Bei dieser Art der Temperaturmessung wird der Widerstand eines Platinelements gemessen, der sich bei steigender Temperatur vergrößert. Bei 0 °C hat das Platinelement einen Widerstand von 100 Ω (Daher auch die Bezeichnung Pt100.) Die Widerstandssensoren werden nach dem Dreileiterverfahren angeschlossen. Dadurch beeinflusst der Widerstand der Anschlussleitungen nicht das Messergebnis.

Der Messbereich von Pt100-Widerstandsthermometern reicht von -200 °C bis 600 °C, hängt aber auch vom verwendeten Temperaturerfassungsmodul ab.

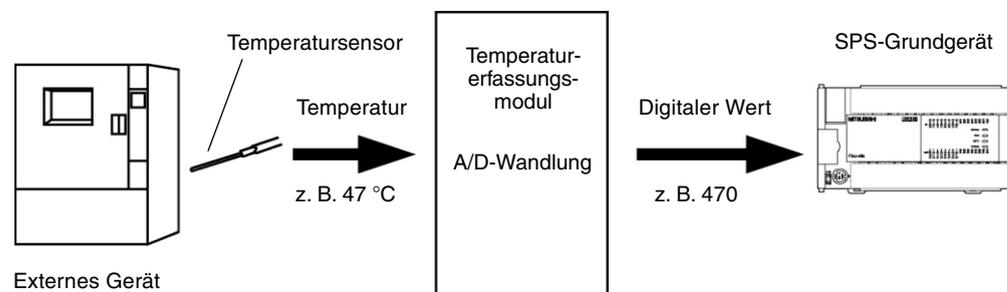
- Thermoelemente

Bei dieser Temperaturmessmethode wird ausgenutzt, dass bei der Verbindung unterschiedlicher Metalle durch Temperatur eine Spannung erzeugt wird. Dieses Prinzip der Temperaturmessung beruht also auf eine Spannungsmessung.

Es gibt verschiedene Arten von Thermoelementen. Sie unterscheiden sich in der Thermospannung und den erfassbaren Temperaturbereichen. Die Werkstoffkombination ist genormt und wird durch eine Typenbezeichnung angegeben. Häufig verwendete Thermoelemente sind die Typen J und K. Thermoelemente vom Typ K bestehen aus einer NiCr-Ni-Werkstoffkombination. Zur Herstellung von Thermoelementen vom Typ J wird Eisen (Fe) mit einer Kupfer/Nickellegierung (CuNi) kombiniert. Die Thermoelemente unterscheiden sich außer im Aufbau durch den erfassbaren Temperaturbereich.

Mit Thermoelementen können Temperaturen von -200 °C bis 1200 °C gemessen werden.

Beispiel für eine Temperaturmessung:

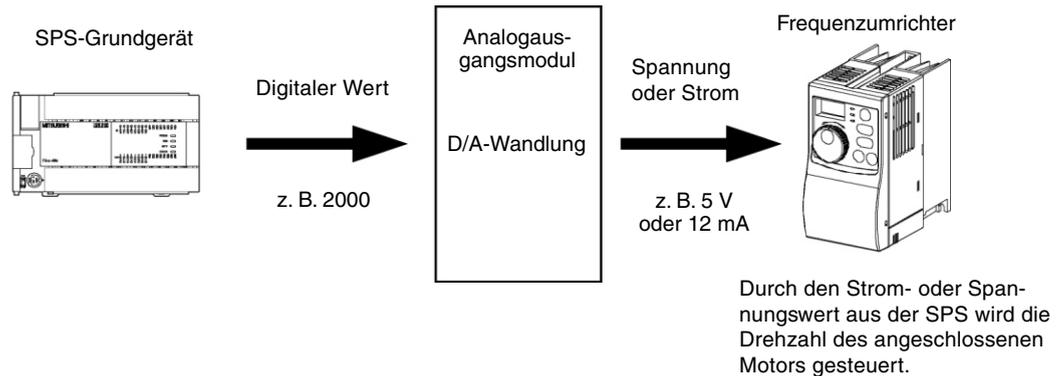


Analogausgangsmodule

Analogausgangsmodule wandeln einen digitalen Wert, der aus dem SPS-Grundgerät stammt, in ein analoges Strom- oder Spannungssignal, mit dem dann externe Geräte gesteuert werden können (Digital-/Analogwandlung oder kurz D/A-Wandlung).

Die analogen Ausgangssignale der Analogmodule der MELSEC FX-Familie entsprechen dem Industrie-Standard von 0 bis 10 V oder 4 bis 20 mA.

Die Abbildung auf der nächsten Seite zeigt als Anwendungsbeispiel die Sollwertvorgabe an einen Frequenzumrichter. Der Strom- oder Spannungswert aus der SPS beeinflusst die Drehzahl des am Frequenzumrichter angeschlossenen Motors.



Durch den Strom- oder Spannungswert aus der SPS wird die Drehzahl des angeschlossenen Motors gesteuert.

7.1.1 Auswahlkriterien für Analogmodule

Die MELSEC FX-Familie bietet eine große Auswahl an Analogmodulen. Zur Lösung einer bestimmten Automatisierungsaufgabe muss daher eine Auswahl getroffen werden. Die Hauptkriterien bei dieser Entscheidung sind:

- Kompatibilität mit dem SPS-Grundgerät

Das Analogmodul muss mit dem verwendeten SPS-Grundgerät kombinierbar sein. Beispielsweise können die Analogmodule der FX5-Serie nicht an ein Grundgerät der FX3U-Serie angeschlossen werden.

- Auflösung

Die „Auflösung“ gibt an, welcher kleinste physikalische Wert von einem Analogmodul erfasst bzw. ausgegeben werden kann.

Bei Analogeingangsmodulen versteht man unter Auflösung die Änderung der Spannung, des Stroms oder der Temperatur am Eingang, die eine Erhöhung oder Verminderung des digitalen Ausgangswerts um „1“ ergibt.

Bei Analogausgangsmodulen bezeichnet die Auflösung die Änderung des Spannungs- oder Stromwerts am Ausgang des Moduls bei einer Erhöhung oder Verminderung des digitalen Eingangswerts um „1“.

Die Auflösung ist durch den internen Aufbau der Analogmodule vorgegeben und hängt davon ab, wie viele Bits zur Speicherung des digitalen Werts benötigt werden. Wird zum Beispiel eine Spannung von 10 V mit einem 12-Bit-A/D-Wandler erfasst, wird die Spannung in 4096 Schritte unterteilt ($2^{12} = 4096$, siehe Abschnitt 3.3). Dadurch ergibt sich eine Auflösung von $10 \text{ V}/4096 = 2,5 \text{ mV}$.

- Anzahl der analogen Ein- oder Ausgänge

Die Ein- oder Ausgänge eines Analogmoduls werden auch als Kanäle bezeichnet. Entsprechend der Anzahl der benötigten Kanäle können zum Beispiel Analogeingangsmodule mit 2, 4 oder 8 Kanälen gewählt werden. Bitte beachten Sie, dass die Anzahl der an ein SPS-Grundgerät anschließbaren Sondermodule begrenzt ist (siehe auch Abschnitt 7.1.2). Falls noch andere Sondermodule installiert werden müssen, ist es daher vorteilhafter, anstatt zwei Analogmodule mit je zwei Kanälen ein Analogmodul mit vier Kanälen zu verwenden.

7.1.2 Adapter, Adaptermodule und Sondermodule

Die Analogmodule der MELSEC FX-Familie stehen in verschiedenen Arten zur Verfügung.

Analogadapter

Analogadapter sind kleine Platinen, die direkt in die Grundgeräte der FX3G-, FX3GE- oder FX3S-Serie montiert werden. Dadurch vergrößert sich nicht der Platzbedarf der Steuerung im Schaltschrank.

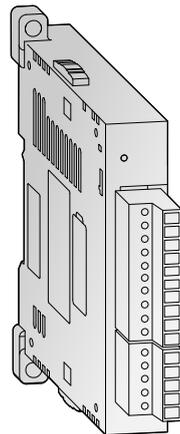


Die digitalen Werte der beiden Eingangskanäle werden vom Analogeingangadapter direkt in Sonderregister eingetragen. Dadurch ist die Weiterverarbeitung der Messwerte besonders einfach.

Der Ausgangswert für den Analogausgangadapter wird durch das Programm ebenfalls in ein Sonderregister geschrieben und anschließend vom Adapter gewandelt und ausgegeben.

Adaptermodule

Adaptermodule können nur an der linken Seite eines Grundgeräts der MELSEC FX3G-, FX3GC-, FX3GE-, FX3S-, FX3U-, FX3UC-, FX5U- oder FX5UC-Serie angeschlossen werden.

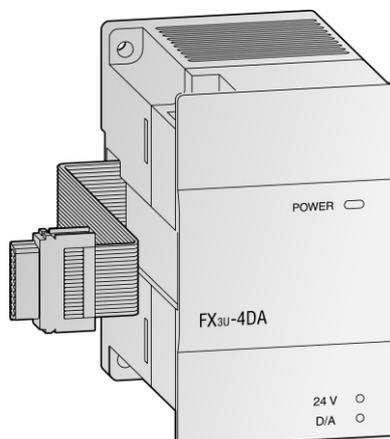


Bei den FX3G-Grundgeräten mit 14 oder 24 Ein- und Ausgängen sowie bei einer FX3GE oder einer FX3S ist die Installation von einem analogen Adaptermodul möglich. An FX3G-Grundgeräte mit 40 oder 60 E/A oder an ein FX3GC-Grundgerät können bis zu zwei und an eine FX3U, FX3UC, FX5U oder FX5UC können bis zu vier analoge Adaptermodule angeschlossen werden.

Adaptermodule belegen im Grundgerät keine Ein- und Ausgänge. Die Kommunikation zwischen Grundgerät und Adaptermodul erfolgt über Sondermerker und -register. Dadurch werden im Programm keine Anweisungen zur Kommunikation mit Sondermodulen benötigt (siehe unten).

Sondermodule

Mit Ausnahme der FX3S-Serie können an der rechten Seite eines Grundgeräts der MELSEC FX-Familie bis zu acht (16 bei FX5U/FX5UC) Sondermodule angeschlossen werden.



Zu den Sondermodulen zählen neben den Analogmodulen zum Beispiel auch Kommunikations- und Positioniermodule. Jedes Sondermodul belegt acht Ein- und acht Ausgänge im Grundgerät. Die Kommunikation zwischen Sondermodul und SPS-Grundgerät erfolgt über den Pufferspeicher des Sondermoduls und wird mit FROM- und TO-Anweisungen abgewickelt (siehe Abschnitt 5.2.5).

7.2 Übersicht der Analogmodule

Modulart		Bezeichnung	Analogkanäle	Bereich	Auflösung	FX3G FX3GE	FX3GC	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Analogeingangsmodule	Adapter	FX3G-2AD-BD	2	Spannung: 0 V bis 10 V DC	2,5 mV (12 Bit)	●	○	●	○	○
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC	8 µA (11 Bit)					
	Adaptermodule	FX3U-4AD-ADP	4	Spannung: 0 V bis 10 V DC	2,5 mV (12 Bit)	●	●	●	●	○
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC	10 µA (11 Bit)					
		FX5U-4AD-ADP	4	Spannung: -10 V bis 10 V DC	312,5 µV (14 Bit)	○	○	○	○	●
				Strom: -20 mA bis 20 mA DC	1,25 µA (14 Bit)					
		FX2N-2AD	2	Spannung: 0 V bis 5 V/10 V DC	2,5 mV (12 Bit)	●	●	○	●	○
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC	4 µA (12 Bit)					
		FX2N-8AD*	8	Spannung: -10 V bis 10 V DC	0,63 mV (mit Vorzeichen, 15 Bit)	●	●	○	●	●
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC -20 mA bis 20 mA DC	2,50 µA (mit Vorzeichen, 14 Bit)					
	Sondermodule	FX3U-4AD	4	Spannung: -10 V bis 10 V DC	0,32 mV (mit Vorzeichen, 16 Bit)	●	●	○	●	●
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC -20 mA bis 20 mA DC	1,25 µA (mit Vorzeichen, 15 Bit)					
		FX5-4AD	4	Spannung: -10 V bis 10 V DC	312,5 µV	○	○	○	○	●
				Strom: -20 mA bis 20 mA DC	0,63 µA					
	FX5-8AD*	8	Spannung: -10 V bis 10 V DC	312,5 µV	○	○	○	○	●	
			Strom: -20 mA bis 20 mA DC	0,63 µA						
Analogausgangsmodule	Adapter	FX3G-1DA-BD	1	Spannung: 0 V bis 10 V DC	2,5 mV (12 Bit)	●	○	●	○	○
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC	8 µA (11 Bit)					
	Adaptermodul	FX3U-4DA-ADP	4	Spannung: 0 V bis 10 V DC	2,5 mV (12 Bit)	●	●	●	●	○
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC	4 µA (12 Bit)					
		FX5U-4DA-ADP	4	Spannung: -10 V bis 10 V DC	312,5 µV (14 Bit)	○	○	○	○	●
				Strom: 0 mA bis 20 mA DC	1 µA (14 Bit)					
		FX2N-2DA	2	Spannung: 0 V bis 5 V/10 V DC	2,5 mV (12 Bit)	●	●	○	●	○
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC	4 µA (12 Bit)					
	Sondermodule	FX3U-4DA	4	Spannung: -10 V bis 10 V DC	0,32 mV (mit Vorzeichen, 16 Bit)	●	●	○	●	●
				Strom: 0 mA/4 mA bis 20 mA DC	0,63 µA (15 Bit)					
	FX5-4DA	4	Spannung: -10 V bis 10 V DC	312,5 µV	○	○	○	○	●	
			Strom: 0 mA/4 mA bis 20 mA DC	0,63 µA/0,50 µA						

* Die Sondermodule FX2N-8AD und FX5-8AD können neben Strömen und Spannungen auch Temperaturen erfassen.

Modulart		Bezeichnung	Analogkanäle	Bereich	Auflösung	FX3G FX3GE	FX3GC	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Kombinierte Analogeingangs- und -ausgangsmodule	Adaptermodul	FX3U-3A-ADP	2 Eingänge	Spannung: 0 V bis 10 V DC	2,5 mV (10 V/4000)	●	●	●	●	○
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC	5 µA (16 mA/3200)					
			1 Ausgang	Spannung: 0 V bis 10 V DC	2,5 mV (10 V/4000)					
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC	4 µA (16 mA/4000)					
	Sondermodul	FX2N-5A	4 Eingänge	Spannung: -100 bis 100 mV DC -10 V bis 10 V DC	50 µV (mit Vorzeichen, 12 Bit) 0,312 mV (mit Vorzeichen, 16 Bit)	●	●	○	●	○
				Strom: 4 mA bis 20 mA DC -20 mA bis 20 mA DC	10 µA/1,25 µA (mit Vorzeichen, 15 Bit)					
1 Ausgang			Spannung: -10 V bis 10 V DC	5 mV (mit Vorzeichen, 12 Bit)						
			Strom: 0 mA bis 20 mA DC	20 µA (10 Bit)						
Temperaturerfassungsmodule	Adaptermodule	FX3U-4AD-PT-ADP	4	Pt100-Widerstandsthermometer: -50 °C bis 250 °C	0,1 °C	●	●	●	●	○
		FX3U-4AD-PTW-ADP	4	Pt100-Widerstandsthermometer: -100 °C bis 600 °C	0,2 °C bis 0,3 °C	●	●	●	●	○
		FX3U-4AD-PNK-ADP	4	Pt1000-Widerstandsthermometer: -50 °C bis 250 °C	0,1 °C	●	●	●	●	○
				Ni1000-Widerstandsthermometer: -40 °C bis 110 °C	0,1 °C	●	●	●	●	○
		FX3U-4AD-TC-ADP	4	Thermoelement Typ K: -100 °C bis 1000 °C	0,4 °C	●	●	●	●	○
				Thermoelement Typ J: -100 °C bis 600 °C	0,3 °C					
	FX5-4AD-PT-ADP	4	Pt100-Widerstandsthermometer: -200 °C bis 850 °C	0,1 °C	○	○	○	○	●	
			Ni100-Widerstandsthermometer: -60 °C bis 250 °C							
	FX5-4AD-TC-ADP	4	Zum Beispiel mit einem Thermoelement Typ K: -200 °C bis 1200 °C	0,1 °C	○	○	○	○	●	
	Sondermodule	FX2N-8AD*	8	Thermoelement Typ K: -100 °C bis 1200 °C	0,1 °C	●	●	○	●	●
				Thermoelement Typ J: -100 °C bis 600 °C						
				Thermoelement Typ T: -100 °C bis 350 °C						
FX5-8AD*		8	Pt100-Widerstandsthermometer: -200 °C bis 850 °C	0,1 °C	○	○	○	○	●	
			Ni100-Widerstandsthermometer: -60 °C bis 250 °C							
			Zum Beispiel mit einem Thermoelement Typ K: -200 °C bis 1200 °C							

* Die Sondermodule FX2N-8AD und FX5-8AD können Temperaturen, Ströme und Spannungen erfassen.

Modulart	Bezeichnung	Analogkanäle	Bereich	Auflösung	FX3G FX3GE	FX3GC	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Temperaturregelmodule (Sondermodule)	FX2N-2LC	2	Zum Beispiel mit einem Thermoelement Typ K: -100 °C bis 1300 °C	0,1 °C oder 1 °C (abhängig vom verwendeten Temperaturfühler)	●	●	○	●	○
			Pt100-Widerstandsthermometer: -200 °C bis 600 °C						
	FX3U-4LC	4	Zum Beispiel mit Thermoelement Typ K: -100 °C bis 1300 °C	0,6 °C bis 3 °C (abhängig vom verwendeten Temperaturfühler)	●	●	○	●	●
			Pt100-Widerstandsthermometer: -200 °C bis 600 °C						
	FX5-4LC	4	Zum Beispiel mit Thermoelement Typ K: -200 °C bis 1300 °C	0,6 °C bis 9 °C (abhängig vom verwendeten Temperaturfühler)	○	○	○	○	●
			Pt100-Widerstandsthermometer: -200 °C bis 600 °C						
			Pt1000-Widerstandsthermometer: -200 °C bis 650 °C						
				JPt100-Widerstandsthermometer: -200 °C bis 500 °C					

- : Das Modul kann mit einem Grundgerät oder Erweiterungsgerät dieser Serie kombiniert werden.
- : Das Modul kann nicht verwendet werden.

Index

A

ADD-Anweisung	5-25
ANB-Anweisung	3-12
AND-Anweisung	3-9
ANDP/ANDF-Anweisung	3-14
ANI-Anweisung	3-9
Adaptermodule	7-4
Analogadapter	7-4
Analogausgangsmodule	
Funktion	7-2
Übersicht	7-5
Analogeingangsmodule	
Funktion	7-1
Übersicht	7-5
Anweisungen	
ADD	5-25
ANB	3-12
AND	3-9
ANDF	3-14
ANDP	3-14
ANI	3-9
BMOV	5-14
CMP	5-19
DIV	5-28
FMOV	5-15
FROM	5-18
INV	3-20
LD	3-6
LDF	3-14
LDI	3-6
LDP	3-14
MC	3-19
MCR	3-19
MOV	5-11
MPP	3-17
MPS	3-17
MRD	3-17
MUL	5-27
OR	3-11
ORB	3-12
ORF	3-14
ORI	3-11
ORP	3-14

OUT	3-6
PLF	3-18
PLS	3-18
RST	3-15
SET	3-15
SUB	5-26
TO	5-19
Auflösung (Analogmodule)	7-3
Aus Schaltverzögerung	4-18

B

BMOV-Anweisung	5-14
Batterie	2-12
Binäre Zahlen	3-2

C

Counter	
Funktion	4-8
indirekte Sollwertvorgabe	4-15

D

DIV-Anweisung	5-28
Drahtbruchsicherheit	3-21
Dualzahlensystem	3-2

E

EEPROM	2-12
--------	------

F

FMOV-Anweisung	5-15
FROM-Anweisung	5-18
Fallende Flanke	3-14
Flankenbewertung	3-14

H

Hexadezimalzahlensystem	3-3
-------------------------	-----

I

INV-Anweisung	3-20
---------------	------

L

LD-Anweisung	3-6
LDI-Anweisung	3-6
LDP/LDF-Anweisung	3-14

M

MOV-Anweisung	5-11
MPP-Anweisung	3-17
MPS-Anweisung	3-17
MRD-Anweisung	3-17
MUL-Anweisung	5-27

N

NOT-AUS-Einrichtungen	3-21
---------------------------------	------

O

OR-Anweisung	3-11
ORB-Anweisung	3-12
ORI-Anweisung	3-11
ORP/ORF-Anweisung	3-14
OUT-Anweisung	3-6
Oktalzahlensystem	3-4
Operanden	
-adresse	3-1
-kennzeichen	3-1
Counter (Übersicht)	4-10
Datenregister (Übersicht)	4-12
Ein- und Ausgänge (Übersicht)	4-2
File-Register (Übersicht)	4-14
Merker (Übersicht)	4-3
Timer (Übersicht)	4-7
Optokoppler	2-6

P

PLF-Anweisung	3-18
PLS-Anweisung	3-18
Programmbeispiele	
Alarmanlage	3-23
Ausaltverzögerung	4-18
Einschaltverzögerung	4-5
Rolltor	3-28
Sollwertvorgabe bei Timer und Counter	4-15
Taktgeber	4-20
Prozessabbildverfahren	2-2
Pt100-Widerstandsthermometer	7-2
Pufferspeicher	5-16

R

RST-Anweisung	3-15
RUN/STOP-Schalter	2-12
Remanente Timer	4-6

S

SET-Anweisung	3-15
SUB-Anweisung	5-26
Servicespannungsquelle	2-12
Signalrückführungen	3-22
Sondermerker	4-4
Sondermodule	
Analogmodule	7-4
Datenaustausch mit Grundgerät	5-16
Sonderregister	4-13
Steigende Flanke	3-14
Steuerungsanweisung	3-1

T

TO-Anweisung	5-19
Temperaturerfassungsmodule	
Funktion	7-2
Übersicht	7-6
Thermoelemente	7-2

V

Verriegelungskontakte	3-21
---------------------------------	------

W

Widerstandsthermometer	7-2
----------------------------------	-----

Z

Zeitglieder	
Siehe Timer	
Zwangsabschaltungen	3-22
Zähler	
Siehe Counter	

Deutschland

Mitsubishi Electric Europe B.V.
Mitsubishi-Electric-Platz 1
D-40882 Ratingen
Telefon: (0 21 02) 4 86-0
Telefax: (0 21 02) 4 86-11 20
<https://de3a.MitsubishiElectric.com>

Kunden-Technologie-Center

Mitsubishi Electric Europe B.V.
Mitsubishi-Electric-Platz 1
D-40882 Ratingen
Telefon: (0 21 02) 4 86-42 00
Telefax: (0 21 02) 4 86-41 41

Mitsubishi Electric Europe B.V.
Am Schelmenwasen 16-20
D-70567 Stuttgart
Telefon: (07 11) 77 05 98-0
Telefax: (07 11) 77 05 98-79

Mitsubishi Electric Europe B.V.
Lilienthalstraße 2 a
D-85399 Hallbergmoos
Telefon: (08 11) 9 98 74-0
Telefax: (08 11) 9 98 74-10

Österreich

GEVA
Wiener Straße 89
A-2500 Baden
Telefon: +43 (0) 22 52 / 85 55 20
Telefax: +43 (0) 22 52 / 4 88 60

Schweiz

OMNI RAY AG
Im Schörlü 5
CH-8600 Dübendorf
Telefon: +41 (0)44 / 802 28 80
Telefax: +41 (0)44 / 802 28 28