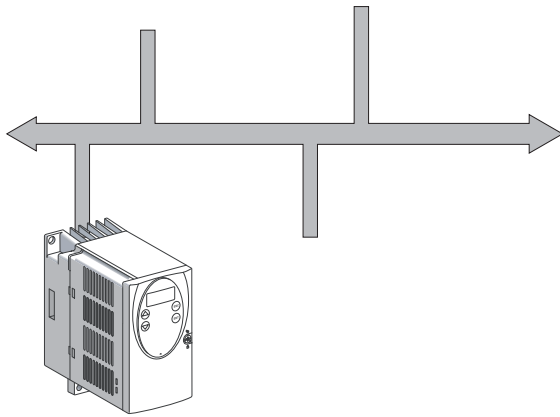


# Technische Dokumentation

---



Feldbushandbuch

Protokoll für Servoverstärker

## **LXM05 Modbus**

Dokument: 0198441113237

Ausgabe: V1.04, 01.2006

## Wichtige Hinweise

Die hier beschriebenen Antriebssysteme sind allgemein verwendbare Produkte, die dem Stand der Technik entsprechen und so gestaltet sind, dass sie Gefährdungen weitest gehend ausschließen. Trotzdem sind Antriebe und Antriebssteuerungen, die nicht ausdrücklich Funktionen der Sicherheitstechnik erfüllen, nach allgemeiner technischer Auffassung nicht für Anwendungen zugelassen, die Personen durch die Antriebsfunktion gefährden können. Unerwartete oder ungebremste Bewegungen sind ohne zusätzliche Sicherheitseinrichtungen nie vollständig auszuschließen. Deshalb dürfen sich nie Personen im Gefahrenbereich der Antriebe aufhalten, wenn nicht zusätzliche geeignete Schutzeinrichtungen die Personengefährdung ausschließen. Dies gilt sowohl für den Produktionsbetrieb der Maschine, wie auch für alle Wartungs- und Inbetriebnahmearbeiten an Antrieben und Maschine. Die Personensicherheit ist durch das Maschinenkonzept zu gewährleisten. Zur Vermeidung von Sachschäden sind ebenfalls geeignete Vorkehrungen zu treffen.

Weitere wichtige Informationen finden Sie im Kapitel Sicherheit.

### **Nicht alle Produktvarianten sind in allen Ländern erhältlich.**

Die Verfügbarkeit der Produktvarianten entnehmen Sie bitte dem aktuellen Katalog.

Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, bleiben vorbehalten.

Alle Angaben sind technische Daten und keine zugesicherten Eigenschaften.

Die meisten Produktbezeichnungen sind auch ohne besondere Kennzeichnung als Warenzeichen der jeweiligen Inhaber zu betrachten.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Wichtige Hinweise</b> .....	<b>-2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>-3</b>
<b>Schreibkonventionen und Hinweiszeichen</b> .....	<b>-5</b>
<b>1 Einführung</b>	
1.1 Modbus .....	1-1
1.2 Richtlinien und Normen .....	1-1
1.3 Literaturhinweise .....	1-1
<b>2 Sicherheit</b>	
2.1 Qualifikation des Personals .....	2-1
2.2 Bestimmungsgemäßer Einsatz .....	2-1
2.3 Sicherheitshinweise .....	2-2
<b>3 Installation</b>	
<b>4 Inbetriebnahme</b>	
4.1 Feldbus-Einstellungen .....	4-2
4.2 Netzwerkbetrieb starten .....	4-4
4.3 Funktionstest durchführen .....	4-4
4.4 Austausch von Geräten .....	4-4
<b>5 Betrieb</b>	
5.1 Grundlagen .....	5-1
5.1.1 Modbus Netzwerk .....	5-1
5.1.2 Modbus Übertragungstechnik .....	5-1
5.1.3 Modbus-RTU Protokoll .....	5-3
5.2 Funktionscodes .....	5-5
5.2.1 FC 3 (Read Multiple Registers) .....	5-5
5.2.2 FC 8 (Diagnostics) .....	5-6
5.2.3 FC 16 (Write Multiple Registers) .....	5-7
5.2.4 FC 23 (ReadWrite Multiple Registers) .....	5-8
5.2.5 FC 43 (Read Device Identification) .....	5-9
5.3 Beispiele zu den Funktionscodes FC .....	5-10
5.4 Beispiele zu standardisierten Betriebsarten .....	5-12
5.4.1 Betriebsart Punkt-zu-Punkt .....	5-12
5.4.2 Betriebsart Geschwindigkeitsprofil .....	5-13
5.4.3 Betriebsart Referenzierung .....	5-14
5.5 Beispiele zu herstellerspezifischen Betriebsarten .....	5-15
5.5.1 Betriebsart Stromregelung .....	5-15

5.5.2	Betriebsart Drehzahlregelung .....	5-16
5.5.3	Betriebsart Elektronisches Getriebe .....	5-17
5.5.4	Betriebsart Manuellfahrt .....	5-18
5.6	Verbindung überwachen .....	5-19
<b>6 Diagnose und Fehlerbehebung</b>		
6.1	Kommunikationsfehler .....	6-1
6.2	Protokollfehler .....	6-1
6.3	Fehler behandeln .....	6-2
6.3.1	Synchrone Fehler .....	6-2
6.3.2	Asynchrone Fehler .....	6-2
<b>7 Service, Wartung und Entsorgung</b>		
<b>8 Glossar</b>		
8.1	Begriffe und Abkürzungen .....	8-1
<b>9 Stichwortverzeichnis</b>		

### Schreibkonventionen und Hinweiszeichen

*Arbeitsschritte* Wenn Arbeitsschritte nacheinander durchgeführt werden müssen, finden Sie folgende Darstellung:

- Besondere Voraussetzungen für die nachfolgenden Arbeitsschritte
- ▶ Arbeitsschritt 1
- ◁ Wichtige Reaktion auf diesen Arbeitsschritt
- ▶ Arbeitsschritt 2

Wenn zu einem Arbeitsschritt eine Reaktion angegeben ist, können Sie daran die korrekte Ausführung des Arbeitsschritts kontrollieren.

Wenn nicht anders angegeben, sind die einzelnen Handlungsschritte in der angegebenen Reihenfolge auszuführen.

*Aufzählungen* Aufzählungen sind zum Beispiel alphanumerisch oder nach der Priorität sortiert. Aufzählungen sind wie folgt aufgebaut:

- Aufzählungspunkt 1
- Aufzählungspunkt 2
  - Unterpunkt zu 2
  - Unterpunkt zu 2
- Aufzählungspunkt 3

*Arbeitserleichterung* Information zur Arbeitserleichterung finden Sie bei diesem Symbol:



*Hier erhalten Sie zusätzliche Informationen zur Erleichterung der Arbeit.  
Eine Erläuterung der Sicherheitshinweise finden Sie im Kapitel Sicherheit.*



# 1 Einführung

## 1.1 Modbus

Dieses Handbuch beschreibt die Feldbusbearbeitung für Produkte im Feldbus-Netzwerk, die über Modbus-RTU angesprochen werden.

Um einen PC als Master in einem Modbus Netzwerk betreiben zu können, muss er mit einer RS485-Schnittstellenkarte ausgerüstet sein. Bei einem PC mit einer RS232-Schnittstelle muss zwischen Netzwerkanschluss und PC-Schnittstelle ein Gerät zur Pegelanpassung geschaltet werden.

Feldbusgeräte anderer Hersteller können im gleichen RS485-Netzwerk betrieben werden, sofern sie das Modbus-Protokoll unterstützen.

## 1.2 Richtlinien und Normen

Für die Feldbusbearbeitung von Produkten, die im Feldbus-Netzwerk über Modbus angesprochen werden, sind folgende Richtlinien und Normen relevant:

- RS485-Norm,
- EIA RS485.2-4 Serielle Schnittstelle

## 1.3 Literaturhinweise

- |               |  |
|---------------|--|
| <i>Gerät</i>  | <ul style="list-style-type: none"><li>• LXM05A Produkthandbuch</li></ul>   |
| <i>Modbus</i> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Modicon Modbus Protocol Reference Guide, PI-MBUS-300 Rev. J, June 1996, MODICON, Inc., USA</li><li>• <a href="http://www.modicon.com">http://www.modicon.com</a></li></ul> |





## 2 Sicherheit

### 2.1 Qualifikation des Personals

Arbeiten an und mit diesem Antriebssystem dürfen nur von Fachkräften vorgenommen werden, die auch den Inhalt dieses Handbuches und der zugehörigen weiteren Handbücher kennen und verstehen. Die Fachkräfte müssen in der Lage sein, mögliche Gefahren zu erkennen, die durch Parametrierung, Änderung der Parameterwerte und allgemein durch die mechanische, elektrische und elektronische Ausrüstung entstehen können.

Dazu müssen diese Fachkräfte die übertragenen Arbeiten aufgrund der fachlichen Ausbildung sowie der Kenntnisse und Erfahrungen beurteilen können.

Den Fachkräften müssen die gängigen Normen, Bestimmungen und Unfallverhütungsvorschriften, die bei Arbeiten am Antriebssystem beachtet werden müssen, bekannt sein.

### 2.2 Bestimmungsgemäßer Einsatz

Die hier beschriebenen Antriebssysteme sind allgemein verwendbare Produkte, die dem Stand der Technik entsprechen und so gestaltet sind, dass sie Gefährdungen weitestgehend ausschließen. Trotzdem sind Antriebe und Antriebssteuerungen, die nicht ausdrücklich Funktionen der Sicherheitstechnik erfüllen, nach allgemeiner technischer Auffassung nicht für Anwendungen zugelassen, die Personen durch die Antriebsfunktion gefährden können. Unerwartete oder ungebremste Bewegungen sind ohne zusätzliche Sicherheitseinrichtungen nie vollständig auszuschließen. Deshalb dürfen sich nie Personen im Gefahrenbereich der Antriebe aufhalten, wenn nicht zusätzliche geeignete Schutzeinrichtungen die Personengefährdung ausschließen. Dies gilt sowohl für den Produktionsbetrieb der Maschine, wie auch für alle Wartungs- und Inbetriebnahmearbeiten an Antrieben und Maschine. Die Personensicherheit ist durch das Maschinenkonzept zu gewährleisten. Zur Vermeidung von Sachschäden sind ebenfalls geeignete Vorkehrungen zu treffen.

In der beschriebenen Systemkonfiguration dürfen die Antriebssysteme nur im Industriebereich und nur mit festem Anschluss eingesetzt werden.

Dabei sind jederzeit die gültigen Sicherheitsvorschriften sowie die spezifizierten Randbedingungen, wie Umgebungsbedingungen und angegebene Technische Daten, einzuhalten.

Erst nachdem die Montage gemäß den EMV-Bestimmungen und den Angaben in diesem Handbuch durchgeführt wurde, dürfen die Antriebssysteme in Betrieb genommen und betrieben werden.

Beschädigte Antriebssysteme dürfen weder montiert noch in Betrieb genommen werden, um Personen- und Sachschäden zu vermeiden.

Änderungen und Modifikationen der Antriebssysteme sind nicht zulässig und führen zum Erlöschen jeglicher Gewährleistung und Haftung.

Der Betrieb des Antriebssystems darf nur mit den spezifizierten Kabeln und zugelassenem Zubehör erfolgen. Verwenden Sie generell nur Original-Zubehör und -Ersatzteile.

Die Antriebssysteme dürfen nicht in explosionsgefährdeter Umgebung (Ex-Bereich) eingesetzt werden.

## 2.3 Sicherheitshinweise

### **GEFAHR**

#### **Elektrischer Schlag, Brand oder Explosion**

- Arbeiten an und mit diesem Antriebssystem dürfen nur von Fachkräften vorgenommen werden, die auch den Inhalt dieses Handbuches kennen und verstehen.
- Der Anlagenhersteller ist verantwortlich für die Einhaltung aller geltenden Vorschriften hinsichtlich Erdung des Antriebssystems.
- Viele Bauteile, einschließlich Leiterplatte, arbeiten mit Netzspannung. **Nicht berühren.** Ungeschützte Teile oder Schrauben der Klemmen **nicht** unter Spannung berühren.
- Installieren Sie alle Abdeckungen und schließen Sie die Türen der Gehäuse bevor Sie Spannung anlegen.
- Der Motor erzeugt Spannung wenn die Welle gedreht wird. Sichern Sie die Motorwelle gegen Fremdantrieb bevor Sie Arbeiten am Antriebssystem vornehmen.
- Vor Arbeiten am Antriebssystem:
  - Alle Anschlüsse spannungsfrei schalten.
  - Schalter kennzeichnen „NICHT EINSCHALTEN“ und gegen Wiedereinschalten sichern.
  - **6 Minuten warten** (Entladung DC-Bus Kondensatoren). DC-Bus **nicht** kurzschließen!
  - Spannung am DC-Bus messen und auf <45V überprüfen. (Die DC-Bus-LED ist keine eindeutige Anzeige für das Fehlen der DC-Bus Spannung).

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen führt zu Tod oder schweren Verletzungen.**

### **GEFAHR**

#### **Verletzungsgefahr durch unübersichtliche Anlage!**

Beim Start der Anlage sind die angeschlossenen Antriebe in der Regel außer Sichtweite des Anwenders und können nicht unmittelbar überwacht werden.

- Starten Sie die Anlage nur, wenn sich keine Personen im Aktionsbereich der bewegten Anlagekomponenten befinden und die Anlage sicher betrieben werden kann.

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen führt zu Tod oder schweren Verletzungen.**

**▲ WARNUNG****Verletzungsgefahr durch Verlust der Steuerungskontrolle!**

- Beachten Sie die Unfallverhütungsvorschriften. (Für USA siehe auch NEMA ICS1.1 und NEMA ICS7.1)
- Der Anlagenhersteller muss die potentiellen Fehlermöglichkeiten der Signale und der kritischen Funktionen berücksichtigen um sichere Zustände während und nach Fehlern zu gewährleisten. Beispiele dafür sind: Not-Aus, Endlagen-Begrenzung, Spannungsausfall und Wiederanlauf.
- Die Betrachtung der Fehlermöglichkeiten muss auch unerwartete Verzögerungen und Ausfall von Signalen oder Funktionen beinhalten.
- Für gefährliche Funktionen müssen geeignete redundante Steuerungspfade vorhanden sein.
- Überprüfen Sie die Wirksamkeit der Maßnahmen.

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen kann zu Tod oder schwerwiegenden Verletzungen führen.**

**▲ VORSICHT****Verletzungsgefahr und Beschädigung von Anlagenteilen durch Auswerten fehlerhafter Steuerungsbefehle!**

Der Datenaustausch bei Einsatz einer SPS als Master kann zu inkonsistenten Sendedaten führen, da Feldbus- und SPS-Zyklus nicht synchron arbeiten.

- Beachten Sie die Hinweise zum Betrieb mit SPS.

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen kann zu Verletzungen oder Materialschäden führen.**



### 3 Installation

#### **▲ WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr durch Verlust der Steuerungskontrolle!**

- Beachten Sie die Unfallverhütungsvorschriften. (Für USA siehe auch NEMA ICS1.1 und NEMA ICS7.1)
- Der Anlagenhersteller muss die potentiellen Fehlermöglichkeiten der Signale und der kritischen Funktionen berücksichtigen um sichere Zustände während und nach Fehlern zu gewährleisten. Beispiele dafür sind: Not-Aus, Endlagen-Begrenzung, Spannungsausfall und Wiederanlauf.
- Die Betrachtung der Fehlermöglichkeiten muss auch unerwartete Verzögerungen und Ausfall von Signalen oder Funktionen beinhalten.
- Für gefährliche Funktionen müssen geeignete redundante Steuerungspfade vorhanden sein.
- Überprüfen Sie die Wirksamkeit der Maßnahmen.

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen kann zu Tod oder schwerwiegenden Verletzungen führen.**

#### **▲ WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr durch Störung von Signalen und Geräten**

Gestörte Signale können unvorhergesehene Geräteaktionen hervorrufen.

- Führen Sie die Verdrahtung gemäß den EMV-Maßnahmen durch.
- Überprüfen Sie, insbesondere bei stark gestörter Umgebung, die korrekte Ausführung der EMV-Maßnahmen.

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen kann zu Tod, schwerwiegenden Verletzungen oder Materialschäden führen.**

Angaben zur Geräteinstallation und zum Anschluss des Gerätes an den Feldbus finden Sie im Produkthandbuch.



## 4 Inbetriebnahme

### **⚠ GEFAHR**

#### **Verletzungsgefahr durch unübersichtliche Anlage!**

Beim Start der Anlage sind die angeschlossenen Antriebe in der Regel außer Sichtweite des Anwenders und können nicht unmittelbar überwacht werden.

- Starten Sie die Anlage nur, wenn sich keine Personen im Aktionsbereich der bewegten Anlagekomponenten befinden und die Anlage sicher betrieben werden kann.

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen führt zu Tod oder schweren Verletzungen.**

### **⚠ WARNUNG**

#### **Verletzungsgefahr und Beschädigung von Anlagenteilen durch unbeabsichtigten Betrieb der Anlage!**

- Schreiben Sie nicht in reservierte Parameter.
- Schreiben Sie nicht in Parameter bevor Sie die Funktion nicht verstanden haben. Weitere Informationen finden Sie im Produkthandbuch.
- Führen Sie erste Tests ohne angekoppelte Lasten durch.
- Vergewissern Sie sich, dass die Anlage frei und bereit für die Bewegung ist, bevor Sie Parameter ändern.
- Überprüfen Sie bei der Feldbus-Kommunikation die Verwendung der Bits: Bit 0 steht ganz rechts (least significant). Bit 15 steht ganz links (most significant).
- Überprüfen Sie bei der Feldbus-Kommunikation die Verwendung der Wortfolge.
- Stellen Sie keine Feldbus-Verbindung her, bevor Sie nicht die Kommunikations-Prinzipien verstanden haben.

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen kann zu Tod, schwerwiegenden Verletzungen oder Materialschäden führen.**

## 4.1 Feldbus-Einstellungen

*Übertragungsformat* Das Datenübertragungsformat ist werkseitig eingestellt auf:

- Modbus-RTU
- 19200 Baud
- 8 Datenbits (LSB wird zuerst übertragen)
- Even Parity
- 1 Stoppbit

Die Kommunikation zwischen Master und Slave läuft im Halbduplexbetrieb.

*Knotenadresse* Es können bis zu 31 Feldbusteilnehmer am Bus angeschlossen werden. Jeder Feldbusteilnehmer muss eine eigene Knotenadresse erhalten, die nur einmal im Netzwerk vergeben sein darf. Die Knotenadresse ist werkseitig auf 1 eingestellt. Die Knotenadresse 0 ist eine Broadcastadresse, auf die alle Feldbusteilnehmer im Netzwerk hören, jedoch nicht antworten.

Parameter Name Code HMI Menü, Code	Beschreibung	Einheit Minimalwert Defaultwert Maximalwert	Datentyp R/W persistent Experte	Parameter- Adresse über Feldbus
MBadr	Modbus Adresse()	-	UINT16	CANopen 3016:4 <sub>h</sub>
MBAD	gültige Adressen : 1 bis 247	1	R/W	Modbus 5640
COM- <i>fibRd</i>		1 247	per. -	

*Baudrate* Die Baudrate muss für alle Feldbusteilnehmer gleich eingestellt sein.

Parameter Name Code HMI Menü, Code	Beschreibung	Einheit Minimalwert Defaultwert Maximalwert	Datentyp R/W persistent Experte	Parameter- Adresse über Feldbus
MBbaud	Modbus Baudrate()	-	UINT16	CANopen 3016:3 <sub>h</sub>
MBBD	Erlaubte Baudraten:	9600	R/W	Modbus 5638
COM- <i>fibbd</i>	9600 19200 38400	19200 38400	per. -	
ACHTUNG: Eine Änderung der Einstellung wird erst beim nächsten Einschalten aktiviert				

*Datenbits, Stoppbits und Parität* Folgende Kombinationen aus Datenbits, Stoppbits und Parität sind einstellbar.



Parameter Name Code HMI Menü, Code	Beschreibung	Einheit Minimalwert Defaultwert Maximalwert	Datentyp R/W persistent Experte	Parameter- Adresse über Felddbus
MBformat	Modbus Datenformat()	-	UINT16	CANopen 3016:5 <sub>h</sub>
MBFO	<b>1 / 8Bit NoParity 1Stop / 8n1</b> : 8 Bit, kein Paritybit, 1 Stoppbit	1	R/W	Modbus 5642
COM- <i>ffbfa</i>	<b>2 / 8Bit EvenParity 1Stop / 8e1</b> : 8 Bit, gerades Paritybit, 1 Stoppbit (default) <b>3 / 8Bit OddParity 1Stop / 8o1</b> : 8 Bit, ungerades Paritybit, 1 Stoppbit <b>4 / 8Bit NoParity 2Stop / 8n2</b> : 8 Bit, kein Paritybit, 2 Stoppbits	2 4	per. -	
ACHTUNG: Eine Änderung der Einstellung wird erst beim nächsten Einschalten aktiviert				

*Node-Guarding* Für das Node-Guarding ist eine Überwachungszeit einstellbar.

Parameter Name Code HMI Menü, Code	Beschreibung	Einheit Minimalwert Defaultwert Maximalwert	Datentyp R/W persistent Experte	Parameter- Adresse über Felddbus
MBnode_guard	Modbus Node Guard() Verbindungsüberwachung	ms	UINT16	CANopen 3016:6 <sub>h</sub>
-	0 : inaktiv (Default) >0 : Überwachungszeit	0 10000	- -	Modbus 5644

*Wortfolge* Durch diese Einstellung wird festgelegt, wie die Parameter-Daten (2 Worte) übertragen werden.

Beispiel: Parameterwert = 1234 5678<sub>h</sub>

- HighWord-LowWord = 1234<sub>h</sub> , 5678<sub>h</sub>
- LowWord-HighWord = 5678<sub>h</sub> , 1234<sub>h</sub>

Parameter Name Code HMI Menü, Code	Beschreibung	Einheit Minimalwert Defaultwert Maximalwert	Datentyp R/W persistent Experte	Parameter- Adresse über Felddbus
MBdword_order	Modbus Wortfolge für Doppelworte (32 Bit Werte())	-	UINT16	CANopen 3016:7 <sub>h</sub>
MBWO	High Word zuerst oder Low Word zuerst übertragen	0	R/W	Modbus 5646
COM- <i>ffbfa</i>	<b>0 / HighLow / HiLo</b> : HighWord-LowWord, High Word zuerst -> Modicon Quantum (default) <b>1 / LowHigh / LoHi</b> : LowWord-HighWord Low Word zuerst -> Premium, HMI (Telemechanique)	0 1	per. -	

*Ausführliche Beschreibung* Ein ausführliche Beschreibung zu den Einstellungen finden Sie im Produkthandbuch im Kapitel "Inbetriebnahme".

## 4.2 Netzwerkbetrieb starten

Der Netzwerkbetrieb wird über einen Master gestartet. Das kann eine SPS sein oder ein PC, der mit der entsprechenden Anwendersoftware Feldbusbefehle geben und Empfangsdaten lesen kann.

## 4.3 Funktionstest durchführen

Liefert der Slave keine Antwort, so sind folgende Einstellungen zu prüfen:

- Spannungsversorgung eingeschaltet und Master für Netzwerkbetrieb gestartet?
- Kabelverbindungen mechanisch in Ordnung?
- Richtige Adresse eingestellt?
- Gleiche Baudrate und Schnittstellenparameter (Datenbits, Parität, Stoppbits) eingestellt?

Informationen zur Fehlerursache und -behebung finden Sie im Kapitel 6 "Diagnose und Fehlerbehebung" oder im Produkthandbuch.

## 4.4 Austausch von Geräten

Nach dem Austausch eines Slave-Geräts soll das Geräteverhalten gleich bleiben. Dazu müssen am neuen Gerät die gleichen Parameterwerte wie beim bisherigen Gerät eingestellt werden.

Die Feldbusparameter müssen über das HMI oder die Inbetriebnahmesoftware eingestellt werden, andernfalls kann mit dem Gerät im Feldbusverbund nicht kommuniziert werden.

Wurde das neue Gerät bereits für den Feldbusbetrieb konfiguriert, erkennt es beim Hochlaufen die Werte der Feldbusparameter.

Sollen andere werkseitig eingestellte Parameter geändert werden, können diese Werte auf der Mastersteuerung abgelegt werden. Sie werden nach jedem Hochlauf des Geräts z.B. im Zustand "ReadyToSwitchOn" (r d 5) übertragen.

## 5 Betrieb

### 5.1 Grundlagen

#### 5.1.1 Modbus Netzwerk

Ein Modbus Netzwerk besteht aus einem übergeordneten Master und mindestens einem Slave.

*Master* Master sind aktive Feldbusteilnehmer, die den Datenverkehr im Netzwerk steuern. Beispiele für einen Master sind:

- Automatisierungsgeräte, z.B. SPS
- PCs

*Slave* Slaves sind passive Feldbusteilnehmer. Sie nehmen Steuerbefehle entgegen und stellen Daten für den Master bereit. Beispiele für einen Slave sind programmierbare Antriebssteuerungen, wie z.B. das vorliegende Gerät.

Eine typische Anwendung für Modbus ist die Kommunikation zwischen Geräten in der automatischen Fertigung.

*Slaveadresse* Damit der Master mit einem Slave im Feldbus kommunizieren kann, muss er den Slave adressieren. Die Knotenadresse des Slave ist im Datenrahmen enthalten. Hinweise zur Adresseinstellung des Slaves finden Sie auf Seite 4-2.

*Parameteradressen* Basis für die Kommunikation zwischen Feldbus-Master und Slave sind Parameter, denen eine eindeutige Parameteradresse zugeordnet ist. Es gibt Schreib- und Leseparameter. Eine Zusammenstellung aller für dieses Produkt (=Slave) vorhandenen Parameter mit den entsprechenden Modbus Adressen finden Sie im Kapitel "Parameter" des Produkthandbuchs.

Die Angaben der Modbus Adresse ist dezimal. Für die Eingabe müssen diese umgewandelt werden in hexadezimal. Hexadezimal angegebene Werte werden in diesem Handbuch durch ein angehängtes "h" gekennzeichnet. Für die Beispiele mit der Premium wird auch die Schreibweise "16#" vor der Zahl benutzt.

#### 5.1.2 Modbus Übertragungstechnik

Die Datenübertragung in einem Modbus System erfolgt über eine serielle Schnittstelle (RS485).

Der Datenaustausch zwischen den Feldbusteilnehmern erfolgt im Master-Slave-Verfahren. Nur der Master kann Kommandos (Anfragen) senden. Der Master kann jeden Slave einzeln adressieren. Die Reaktion (Antwort) eines Slave ist je nach Kommando entweder das Senden der gewünschten Daten oder die Ausführungsbestätigung der gewünschten Betriebsfunktion.

Bei der Übertragung der Daten wechseln sich somit Anfrage und Antwort ständig ab.

Der Master sendet Kommandos an den Slave. Dieser sendet nur dann Daten, wenn er vom Master dazu aufgefordert wird.

Der Datenaustausch folgt einem festen Schema. Betrachtet wird der Ablauf immer aus der Sicht des Masters.

Die Kommandos sind in Form von Funktionscodes in den übertragenen Datenrahmen eingebettet.

Die Anfrage enthält einen Funktionscode, der für den Slave ein auszuführendes Kommando bedeutet. In den übertragenen Datenbytes sind für die Befehlsausführung erforderliche Informationen enthalten.

Die Fehlerprüfbytes ermöglichen dem Slave, die Integrität der empfangenen Daten zu überprüfen.

Die Antwort des Slave enthält als „Echo“ den Funktionscode der Anfrage. Die Datenbytes der Antwort hängen vom benutzten Funktionscode ab und werden vom Slave zur Verfügung gestellt. Die Fehlerprüfbytes ermöglichen dem Master, die Gültigkeit der empfangenen Daten zu überprüfen.

Die Struktur der gesendeten Daten ist im Modbus Protokoll festgelegt.

#### *Modbus Protokolle*

Allgemein gibt es 3 Varianten des Modbus Protokolls:

- Modbus-RTU: Master-Slave-Kommunikation, binär codiert
- Modbus-ASCII: Master-Slave-Kommunikation, ASCII-codiert
- Modbus-PLUS: Peer-to-Peer-Kommunikation

Das Gerät unterstützt ausschließlich das Protokoll Modbus-RTU.

### 5.1.3 Modbus-RTU Protokoll

#### 5.1.3.1 Modbus-RTU Nachricht

Eine Modbus Nachricht wird auch als Datenrahmen oder Telegramm bezeichnet. Ist die Nachricht an einen Slave gerichtet, so spricht man von Sendedatenrahmen oder einer Anfrage. Auf die Anfrage hin schickt dieses Gerät eine Antwort, den Empfangsdatenrahmen.

Ein Modbus-RTU Datenrahmen besteht aus folgenden Feldern:

---

<SlaveAdr> <FC> <Daten> <CRC>

---

Feldname	Bedeutung	Anz. Bytes
<SlaveAdr>	Slave-Adresse	1
<FC>	Funktionscode	1
<Daten>	Daten	n (High-Byte, Low-Byte)
<CRC>	Prüfsumme	2 (Low-Byte, High-Byte)

Tabelle 5.1 Felder einer Modbus-RTU Nachricht

Start und Ende eines Datenrahmens werden jeweils anhand einer Zeitbedingung erkannt. Eine Pause von 3,5 Zeichen bedeutet, dass der Datenrahmen beendet ist und dass das nächste Zeichen als Slave-Adresse zu interpretieren ist. Ein Datenrahmen muss folglich als kontinuierlicher Datenstrom gesendet werden. Bei einer Unterbrechung von mehr als 1,5 Zeichen werden die Daten vom Empfänger verworfen.

#### 5.1.3.2 Anfrage und Antwort bei Modbus-RTU

Anfrage und Antwort sind analog aufgebaut.

Wenn ein Fehler beim Empfang der Anfrage auftritt oder der Slave die Aktion nicht ausführen kann, sendet der Slave eine Fehlermeldung als Antwort.

#### 5.1.3.3 Felder eines Modbus-RTU Datenrahmens

- <SlaveAdr> Die Geräteadresse identifiziert das Zielgerät. Sie ist in Anfrage und Antwort gleich.
- <FC> Der Funktionscode bestimmt, welchen Modbus-Dienst der Slave ausführen soll. Der Funktionscode ist in Anfrage und Antwort gleich.
- <Daten> Ob ein Datenfeld im Datenrahmen enthalten ist und welche Länge es hat, hängt vom verwendeten Funktionscode ab. Im Datenfeld einer Anfrage stehen die zum jeweiligen Funktionscode gehörenden Steuer- oder Aktionskommandos. Das Datenfeld einer Antwort enthält je nach Funktionscode vom Master angeforderte Daten. Es kann auch eine Fehlermeldung enthalten.
- <CRC> Zur Fehlerprüfung unter Modbus-RTU wird die "Cyclische Redundanz Checksumme" (CRC) aus den übertragenen Feldern <SlaveAdr>, <FC> und <Daten> gebildet. Es handelt sich um eine CRC16 mit dem Generatorpolynom A001<sub>h</sub>, die nach dem in der folgenden Abbildung dargestellten Algorithmus errechnet wird.

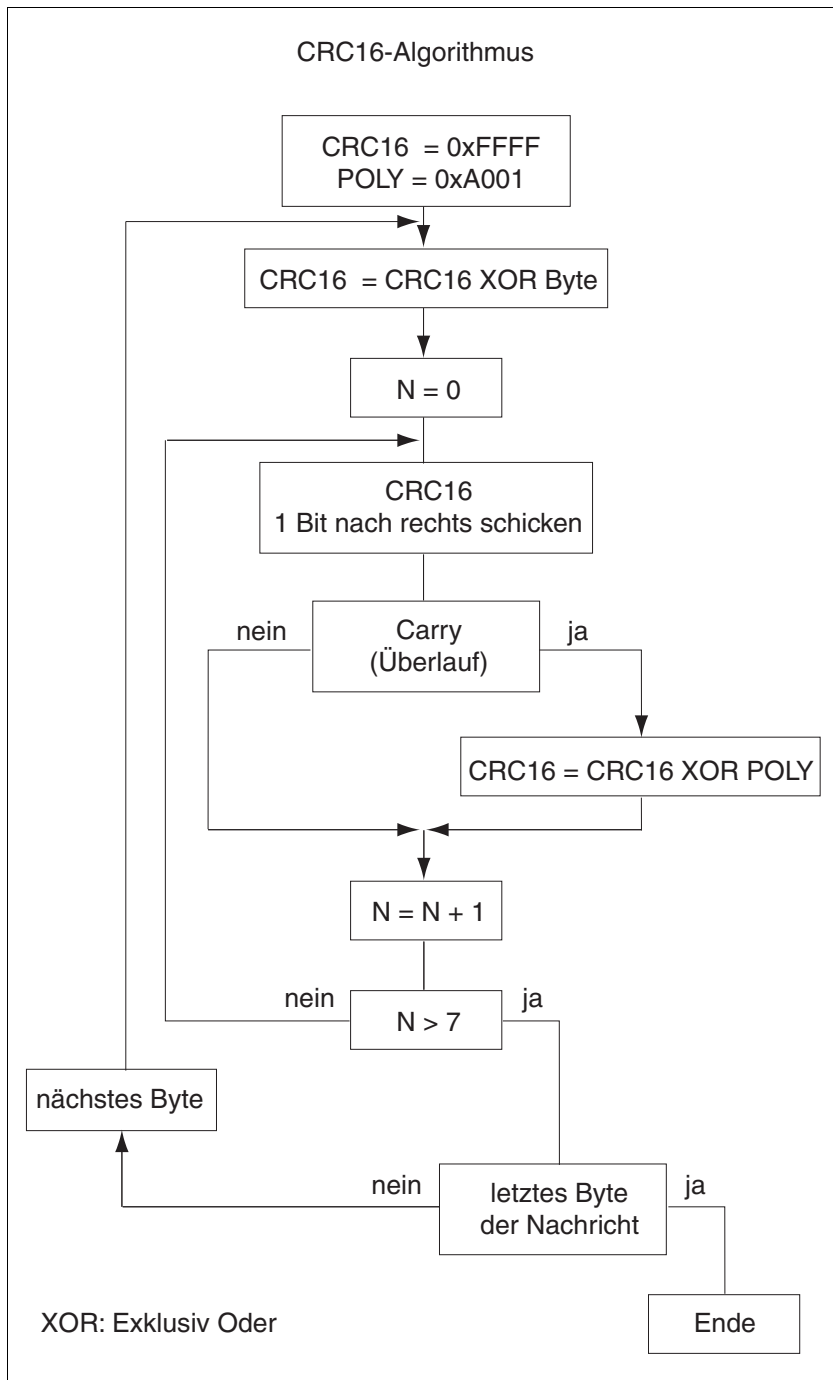


Bild 5.1 CRC16-Algorithmus

## 5.2 Funktionscodes

Über Funktionscodes (function codes, FC) lassen sich verschiedene im Modbus Protokoll vorgesehene Kommunikationsmechanismen (Dienste) auslösen. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die im Gerät implementierten Funktionscodes.

FC	Modbus Bedeutung	Geräte-Bedeutung
3	Read Multiple Registers	Read n Parameter
8	Diagnostics	Diagnose
16	Write Multiple Registers	Write n Parameter
23	Read/Write Multiple Registers	Read Write n Parameter
43 Subcode14	Read Schneider Identification	–

### 5.2.1 FC 3 (Read Multiple Registers)

Mit diesem Funktionscode können Sie "n" aufeinanderfolgenden Parametern ab einer beliebigen Adresse lesen.

*Struktur der Anfrage* <FC> <1. LeseAdr> <AnzParameter>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	3 = 03 <sub>h</sub>	Anfragecode
1. LeseAdresse	2	(verschieden)	Adresse des ersten zu lesenden Parameters
AnzParameter	2	2 * n	Anzahl der zu lesenden 16-Bit-Parameter

*Struktur der positiven Antwort* <FC> <AnzBytes> <Daten>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	3 = 03 <sub>h</sub>	Antwortcode
AnzBytes	1	4 * n	Anzahl der Daten-Bytes
Daten	4 * n	(verschieden)	n gelesene Parameterwerte

*Struktur der negativen Antwort* siehe Kapitel 6.2 "Protokollfehler"

*Beispiel für Premium in PL7* ▶ Lesen Sie die aktuelle Motorposition aus:

Die Modbus Parameteradresse für die aktuelle Position (`_p_act`) ist 7700 (16#1E14). Mit nachfolgendem Befehl wird der Dienst „Read Multiple Registers“ (FC 3) aufgerufen. Die aktuelle Position wird in %MW20, das Ergebnis der Funktionsausführung ab %MW30 gespeichert.

```
// 2 Worte aus der Parameteradresse 16#1E14 vom Gerät
// mit der Adresse (ADR) anfordern
READ_VAR (ADR, '%MW', 16#1E14, 2, %MW20:2, %MW30:4);
```

*Alle Parameter werden als 4 Byte breite Werte (32Bit) gesendet. Eine Liste aller Parameter finden Sie im Produkthandbuch im Kapitel "Parameter".*



### 5.2.2 FC 8 (Diagnostics)

Mit diesem Funktionscode können Diagnose-Daten vom Slave gelesen werden.

*Struktur der Anfrage:* <FC> <Subfunktion> <Daten>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	8 = 08 <sub>h</sub>	Anfragecode
Subfunktion	2	(verschieden)	Subfunktion (siehe Tabelle 5.2)
Daten	2	(verschieden)	Daten (abhängig von Subfunktion)

*Struktur der positiven Antwort:* <FC> <Subfunktion> <Daten>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	8 = 08 <sub>h</sub>	Antwortcode
Subfunktion	2	(verschieden)	Subfunktion (siehe Tabelle 5.2)
Daten	2	(verschieden)	gewünschte Diagnose-Daten

*Struktur der negativen Antwort* siehe Kapitel 6.2 "Protokollfehler"

*Subfunktionen* Folgende Subfunktionen stellt das Modbus Protokoll zur Verfügung:

Code	Subfunktion	Gerätespezifische Funktion
00	Return Query Data	Anfrage als Antwort zurücksenden
01	Restart Communication Option	Kommunikations-Port re-initialisieren
02	Return Diagnostic Register	Fehlernummer bei synchronen Fehlern liefern
03	(reserviert)	–
04	Force Listen Only Mode	Slave stumm schalten
05..09	(reserviert)	–
10	Clear Counters and Diagnostic Register	Alle statistischen Zähler löschen
11	Return Bus Message Count	Zahl empfangener Nachrichten angeben
12	Return Bus Communication Error Count	Zahl festgestellter LRC-Fehler angeben
13	Return Bus Exception Error Count	Zahl festgestellter Ausnahme-Fehler angeben
14	(reserviert)	–
15	(reserviert)	–
16	Return Slave NAK Count	Zahl festgestellter „Not-Acknowledged“-Fehler angeben
17	Return Slave Busy Count	Zahl festgestellter „Slave Busy“-Fehler angeben
18	Return Bus Char Overrun Count	Zahl festgestellter Zeichenüberlauf-Fehler angeben
>18	(reserviert)	–

Tabelle 5.2 Modbus Subfunktionen zu FC 8



### 5.2.3 FC 16 (Write Multiple Registers)

Mit diesem Funktionscode können Sie "m" aufeinanderfolgende Parametern ab einer beliebigen Adresse schreiben.

*Struktur der Anfrage:* <FC> <1. SchreibAdresse> <AnzParameter> <AnzBytes> <Daten>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	16 = 10 <sub>h</sub>	Anfragecode
1. SchreibAdresse	2	(verschieden)	Adresse des ersten zu beschreibenden Parameters
AnzParameter	2	2 * m	Anzahl der zu beschreibenden Parameter
AnzBytes	1	4 * m	Anzahl der Daten-Bytes
Daten	2 * m	(verschieden)	m zu schreibende Parameterwerte

*Struktur der positiven Antwort:* <FC> <ParamAdresse> <AnzParameter>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	16 = 10 <sub>h</sub>	Antwortcode
ParamAdresse	2	(verschieden)	gespiegelt von Anfrage
AnzParameter	2	2	gespiegelt von Anfrage

*Struktur der negativen Antwort* siehe Kapitel 6.2 "Protokollfehler"

*Beispiel für Premium in PL7* ► Schreiben Sie eine Zielposition (Punkt-zu-Punkt-Betrieb):

Die Modbus Parameteradresse für die Zielposition PpP\_targetusr ist 6940 (16#1B1C). Mit nachfolgendem Befehl wird der Modbus Dienst „Write Multiple Registers“ (FC 16) aufgerufen. Die Zielposition ist in %MW25, das Ergebnis der Funktionsausführung ab %MW35 gespeichert.

```
// 2 Worte in die Parameteradresse 16#1B1C des Geräts  
mit der Adresse (ADR) schreiben  
WRITE_VAR (ADR, '%MW', 16#1B1C, 2, %MW25:2, %MW35:4);
```



*Alle Parameter werden als 4 Bytes breite Werte (32Bit) gesendet. Eine Liste aller Parameter finden Sie im Produkthandbuch im Kapitel "Parameter".*

### 5.2.4 FC 23 (ReadWrite Multiple Registers)

Mithilfe dieses Funktionscodes lassen sich Daten zwischen Master und Slave lesend und schreibend austauschen.

*Struktur der Anfrage:* <FC> <1. LeseAdresse> <AnzParameter> <1. SchreibAdresse> <Anz-Parameter> <AnzBytes> <Daten>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	23 = 17 <sub>h</sub>	Funktionscode
1. LeseAdresse	2	(verschieden)	Adresse des ersten zu lesenden Parameters
AnzParameter	2	2 * n	Anzahl der zu lesenden 16-Bit-Parameter
1. SchreibAdresse	2	(verschieden)	Adresse des ersten zu beschreibenden Parameters
AnzParameter	2	2 * m	Anzahl der zu beschreibenden Parameter
AnzBytes	1	4 * m	Anzahl der Daten-Bytes
Daten	4 * m	(verschieden)	m zu schreibende Parameterwerte

*Struktur der positiven Antwort:* <FC> <AnzBytes> <Daten>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	23 = 17 <sub>h</sub>	Antwortcode
AnzBytes	1	2 * n	Anzahl Daten-Bytes
Daten	2 * n	n aufeinanderfolgende	n gelesene Parameter-Werte

*Struktur der negativen Antwort* siehe Kapitel 6.2 "Protokollfehler"



*Alle Parameter werden als 4 Bytes breite Werte (32Bit) gesendet. Eine Liste aller Parameter finden Sie im Produkthandbuch im Kapitel "Parameter".*

### 5.2.5 FC 43 (Read Device Identification)

Mit diesem Funktionscode können Daten zur Geräteidentifizierung ausgelesen werden.

*Struktur der Anfrage:* <FC> <MEI> <ReadDevID> <ObjID>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	43 = 2B <sub>h</sub>	Funktionscode
MEI	1	14 = 0E <sub>h</sub>	Modbus Encapsulated Interface Type(Subfunktion)
ReadDevID	1	01	Read Device ID Codeall objects
ObjID	1	0x00	Object ID vendor name, product code, revision

*Struktur der positiven Antwort:* <FC> <MEI> <ReadDevID> <ConfLev><MoreFoll><NextObjID><NumbObj><Data>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	43 = 2B <sub>h</sub>	Funktionscode
MEI	1	14 = 0E <sub>h</sub>	Modbus Encapsulated Interface Type(Subfunktion)
ReadDevID	1	01	Read Device ID Codeall objects
ConfLev	1	02	Conformity Level (Konformitätsstufe)fester Wert
MoreFoll	1	00	More Followsfester Wert, da Telegrammlänge < 255
NextObjID	1	00	Next Object IDfester Wert wegen MoreFoll = 00
NumbObj	1	03	Anzahl Objekte
Data	1	(verschieden)	Objekt ID (1 Byte, siehe folgende Tabelle)Objekt Länge (1 Byte)Objekt Daten (verschieden)

Folgende Identifikationsdaten können ausgelesen werden:

Objekt ID	Objekt Name	Wert
00 <sub>h</sub>	vendor name	Herstellername
01 <sub>h</sub>	product code	„xxxxxxxxxx“ (siehe Typenschlüssel
03 <sub>h</sub>	revision	„Vxx.yyy“ (z.B.: „V02.001“)

*Struktur der negativen Antwort* siehe Kapitel 6.2 "Protokollfehler"

### 5.3 Beispiele zu den Funktionscodes FC

Grundsätzlich: Parameter werden immer einzeln gelesen bzw. geschrieben.

Ausnahme: Wenn Modbus Parameteradressen hintereinander liegen (Modbus Adresse, Modbus Adresse+2), genügt eine Anforderung (Request) für die Übertragung der Werte.

*Beispiel 1* Lesen eines Fehlerspeichereintrages -> FLT\_err\_num (15362) / FLT\_class (15364) / FLT\_Time (15366) / FLT\_Qual (15368). Da alle Fehlerinformationen Modbus Adressen in aufsteigender Reihenfolge haben, genügt eine Leseanforderung wie folgt:

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC (Request Code)	1	3	Anfragecode (Multiple Register READ)
ParamAdresse	2	15362dec (3C02 <sub>h</sub> )	Erste zu lesende Parameteradresse
AnzParameter	2	4 * 2 = 8	Anzahl der zu lesenden 16-Bit-Parameter = 8, d. h. 16 Byte Daten lesen

Tabelle 5.3 Beispiel 1, FC3 Anfrage

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC (Request Code)	1	3	Anfragecode: Multiple Register READ
AnzBytes	1	16	Anzahl Bytes: 8 Byte Daten
Daten	16	32Bit Wert 32Bit Wert 32Bit Wert 32Bit Wert	FLT_err_num, 15362 (Fehlernummer) FLT_class, 15364 (Fehlerklasse) FLT_Time, 15366 (Fehlerzeitpunkt) FLT_Qual, 15368 (Fehlerkennzeichen)

Tabelle 5.4 Beispiel 1, FC3 Positive Antwort

*Beispiel 2* Schreiben der Softwareendschalter -> SPVswLimPusr (1544) / SPVswLimNusr (1546).

Da auch diese beiden Parameter hintereinander liegen (Modbus Adresse, Modbus Adresse+2), kann ein Schreibbefehl verwendet werden:

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC (Request Code)	1	16	Anfragecode (Multiple Register WRITE)
ParamAdresse	2	1544dec (608 <sub>h</sub> )	Erste zu beschreibende Parameteradresse
AnzParameter	2	2 * 2 = 4	Anzahl der Parameter = 4 (8 Bytes Daten)
AnzBytes	1	8	Anzahl der Bytes: 8 Bytes Daten
Daten	8	32Bit Wert 32Bit Wert	SPVswLimPusr, 1544 SPVswLimNusr, 1546

Tabelle 5.5 Beispiel 2, FC16 Anfrage

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC (Request Code)	1	16	Antwortcode (Multiple Register WRITE)
ParamAdresse	2	1544dec (608 <sub>h</sub> )	Modbus Parameteradresse

---

<b>Feld</b>	<b>Bytes</b>	<b>Wert</b>	<b>Bedeutung</b>
AnzParameter	2	$2 * 2 = 4$	Anzahl der Parameter = 4 (8 Bytes Daten)

---

Tabelle 5.6 Beispiel 2, FC16 Positive Antwort

## 5.4 Beispiele zu standardisierten Betriebsarten

### 5.4.1 Betriebsart Punkt-zu-Punkt

*Beispiel* Knotenadresse 1.

Beschreibung Feldbusbefehl / Parametername (Adresse)	Wert
▶ Beschleunigungsrampe 2000 U/min*s FC16 / RAMPacc (1556)	0000 07D0 <sub>h</sub>
▶ Verzögerungsrampe 4000 U/min*s FC16 / RAMPdecel (1558)	0000 0FA0 <sub>h</sub>
▶ Begrenzung Solldrehzahl 6000 U/min FC16 / RAMPn_max (1554)	0000 1770 <sub>h</sub>
▶ Sollgeschwindigkeit 4000 U/min FC16 / PPn_target (6942)	0000 0FA0 <sub>h</sub>
▶ Disable Voltage FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0000 <sub>h</sub>
▶ Shut Down FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Operation Enable FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>
▶ Betriebszustand prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Betriebszustand aktiv	0000 0007 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart starten FC16 / DCOMopmode (6918)	0000 0001 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / _DCOMopmd_act (6920)	
◁ Betriebsart aktiv	0000 0001 <sub>h</sub>
▶ Neue Sollposition speichern FC16 / PPP_targetusr (6940)	0000 0030 <sub>h</sub>
▶ Absolutpositionierung starten FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 005F <sub>h</sub>
▶ Zielposition prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Zielposition erreicht (Bit 10 = 1)	xxxx x4xx <sub>h</sub>
▶ Startbit zurücksetzen FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>

1) Muss zyklisch überprüft werden.

## 5.4.2 Betriebsart Geschwindigkeitsprofil

*Beispiel* Knotenadresse 1.

Beschreibung Felddbusbefehl / Parametername (Adresse)	Wert
▶ Beschleunigungsrampe 2000 U/min*s FC16 / RAMPacc (1556)	0000 07D0 <sub>h</sub>
▶ Verzögerungsrampe 10000 U/min*s FC16 / RAMPdecel (1558)	0000 2710 <sub>h</sub>
▶ Begrenzung Solldrehzahl 10000 U/min FC16 / RAMPn_max (1554)	0000 2710 <sub>h</sub>
▶ Disable Voltage FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0000 <sub>h</sub>
▶ Shut Down FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Operation Enable FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>
▶ Betriebszustand prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Betriebszustand aktiv	0000 0007 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart starten FC16 / DCOMopmode (6918)	0000 0003 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / _DCOMopmd_act (6920)	
◁ Betriebsart aktiv	0000 0003 <sub>h</sub>
▶ Übergabe Sollgeschwindigkeit 1000 U/min FC16 / PVn_target (6938)	0000 03E8 <sub>h</sub>
▶ Zielgeschwindigkeit prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Zielgeschwindigkeit erreicht (Bit 10 = 1)	xxxx x4xx <sub>h</sub>
▶ Übergabe Sollgeschwindigkeit 0 U/min FC16 / PVn_target (6938)	0000 0000 <sub>h</sub>
▶ Zielgeschwindigkeit prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Zielgeschwindigkeit erreicht (Bit 10 = 1)	xxxx x4xx <sub>h</sub>

1) Muss zyklisch überprüft werden.

### 5.4.3 Betriebsart Referenzierung

*Beispiel* Knotenadresse 1.

Beschreibung Feldbusbefehl / Parametername (Adresse)	Wert
▶ Solldrehzahl für Fahrt auf Endschalters 100 U/min FC16 / HMn (10248)	0000 0064 <sub>h</sub>
▶ Solldrehzahl für Freifahrt 10 U/min FC16 / HMn_out (10250)	0000 000A <sub>h</sub>
▶ Disable Voltage FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0000 <sub>h</sub>
▶ Shut Down FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Operation Enable FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>
▶ Betriebszustand prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Betriebszustand aktiv	0000 0007 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart starten FC16 / DCOMopmode (6918)	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / _DCOMopmd_act (6920)	
◁ Betriebsart aktiv	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Referenzfahrt Methode auswählen, LimN (17) FC16 / HMmethod (6936)	0000 0011 <sub>h</sub>
▶ Referenzierung starten FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 001F <sub>h</sub>
▶ Referenzierung prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Antrieb hat gültigen Referenzpunkt (Bit 12 = 1)	xxxx 1xxx <sub>h</sub>
▶ Startbit zurücksetzen FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>

1) Muss zyklisch überprüft werden.



## 5.5 Beispiele zu herstellerspezifischen Betriebsarten

### 5.5.1 Betriebsart Stromregelung

*Beispiel* Knotenadresse 1.

Beschreibung Feldbusbefehl / Parametername (Adresse)	Wert
▶ Disable Voltage FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0000 <sub>h</sub>
▶ Shut Down FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Operation Enable FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>
▶ Betriebszustand prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Betriebszustand aktiv	0000 0007 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart starten (-3) FC16 / DCOMopmode (6918)	FFFF FFFD <sub>h</sub>
▶ Betriebsart prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / _DCOMopmd_act (6920)	
◁ Betriebsart aktiv	FFFF FFFD <sub>h</sub>
▶ Sollwertvorgabe über Parameter FC16 / CURreference (6944)	0000 0002 <sub>h</sub>
▶ Übergabe Sollstrom 1000 (10A) FC16 / CUR_I_target (8200)	0000 03E8 <sub>h</sub>

1) Muss zyklisch überprüft werden.

## 5.5.2 Betriebsart Drehzahlregelung

*Beispiel* Knotenadresse 1.

<b>Beschreibung</b>	<b>Wert</b>
<b>Feldbusbefehl / Parametername (Adresse)</b>	
▶ Disable Voltage FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0000 <sub>h</sub>
▶ Shut Down FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Operation Enable FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>
▶ Betriebszustand prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Betriebszustand aktiv	0000 0007 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart starten (-4) FC16 / DCOMopmode (6918)	FFFF FFFC <sub>h</sub>
▶ Betriebsart prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / _DCOMopmd_act (6920)	
◁ Betriebsart aktiv	FFFF FFFC <sub>h</sub>
▶ Sollwertvorgabe über Parameter FC16 / SPEEDreference (6946)	0000 0002 <sub>h</sub>
▶ Übergabe Sollgeschwindigkeit 1000 U/min FC16 / SPEEDn_target (8456)	0000 03E8 <sub>h</sub>

1) Muss zyklisch überprüft werden.

### 5.5.3 Betriebsart Elektronisches Getriebe

*Beispiel* Knotenadresse 1.

Beschreibung Feldbusbefehl / Parametername (Adresse)	Wert
▶ Signalauswahl Positionsschnittstelle FC16 / IOposInterfac (1284)	0000 0001 <sub>h</sub>
▶ Disable Voltage FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0000 <sub>h</sub>
▶ Shut Down FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Operation Enable FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>
▶ Betriebszustand prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Betriebszustand aktiv	0000 0007 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart starten (-2) FC16 / DCOMopmode (6918)	FFFF FFFE <sub>h</sub>
▶ Betriebsart prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / _DCOMopmd_act (6920)	
◁ Betriebsart aktiv	FFFF FFFE <sub>h</sub>
▶ Getriebe aktivieren mit Sofortsynchronisation FC16 / GEARreference (6948)	0000 0001 <sub>h</sub>
▶ Übergabe Nenner FC16 / GEARdenom (9734)	0000 0003 <sub>h</sub>
▶ Übergabe Zähler FC16 / GEARnum (9736)	0000 0002 <sub>h</sub>

1) Muss zyklisch überprüft werden.

## 5.5.4 Betriebsart Manuellfahrt

*Beispiel* Knotenadresse 1.

<b>Beschreibung</b>	<b>Wert</b>
<b>Feldbusbefehl / Parametername (Adresse)</b>	
▶ Drehzahl langsame Fahrt auf 100 U/min FC16 / JOGn_slow (10504)	0000 0064 <sub>h</sub>
▶ Drehzahl schnelle Fahrt auf 250 U/min FC16 / JOGn_fast (10506)	0000 00FA <sub>h</sub>
▶ Disable Voltage FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0000 <sub>h</sub>
▶ Shut Down FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 0006 <sub>h</sub>
▶ Operation Enable FC16 / DCOMcontrol (6914)	0000 000F <sub>h</sub>
▶ Betriebszustand prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / DCOMstatus (6916)	
◁ Betriebszustand aktiv	0000 0007 <sub>h</sub>
▶ Betriebsart starten (-1) FC16 / DCOMopmode (6918)	FFFF FFFF <sub>h</sub>
▶ Betriebsart prüfen <sup>1)</sup> FC 3 / _DCOMopmd_act (6920)	
◁ Betriebsart aktiv	FFFF FFFF <sub>h</sub>
▶ Manuellfahrt (pos. Drehrichtung, langsam) FC16 / JOGactivate (6930)	0000 0001 <sub>h</sub>
▶ Manuellfahrt (pos. Drehrichtung, schnell) FC16 / JOGactivate (6930)	0000 0005 <sub>h</sub>

1) Muss zyklisch überprüft werden.

## 5.6 Verbindung überwachen

### ▲ WARNUNG

#### Verletzungsgefahr und Beschädigung von Anlagenteilen durch Verlust der Steuerungskontrolle!

- Aktivieren Sie die Timeout-Funktion. Ohne Timeout erkennt das System nicht die Unterbrechung der Kommunikationsverbindung.
- Je kürzer die Timeout-Zeit eingestellt ist um so schneller wird die Unterbrechung erkannt.

**Nichtbeachtung dieser Vorkehrungen kann zu Tod, schwerwiegenden Verletzungen oder Materialschäden führen.**

Zur Überwachung auf fehlerfreien Datenaustausch werden auf Master- und Slave-Seite kontinuierlich zwei Überwachungsmechanismen eingesetzt:

- Timeout Überwachung
- Prüfung empfangener Zeichen

#### *Timeout Überwachung*

Auf der Slave-Seite kann eine Timeout-Zeit eingestellt werden, in der sich der Master erneut melden muss (Node-Guarding). Trifft in dieser Zeit keine Meldung vom Master ein, stoppt das Gerät die über den Feldbus ausgelöste Bearbeitung und löst ein "Quick Stop" aus.

Das Zeitintervall bis zur Timeout-Meldung ist über den Parameter `MBnode_guard` (5644) einstellbar. Wertebereich:

- =0: Node-Guarding ausgeschaltet (Werkseinstellung)
- >0: Node-Guarding in ms (Millisekunden)

Wenn die Timeout Überwachung nicht benutzt wird, erzeugt der Unterbrechung der Kommunikationsverbindung keine Fehlermeldung. Die Steuerung führt das zuletzt übertragene Kommando weiter aus.

Benutzen Sie die Timeout Funktion während des normalen Netzwerkbetriebs. Die Timeout Überwachung kann während der Fehlersuche abgeschaltet werden. Der Anlagenhersteller muss in diesem Fall alternative Steuerpfade zum stoppen und steuern des Motors bereitstellen.

#### *Prüfung empfangener Zeichen*

Das Gerät prüft ein Feldbusbefehl auf Übertragungsfehler. Konnten die Sendedaten z.B. durch einen Parity-Fehler nicht korrekt empfangen werden, wird keine Quittierung generiert. Der Master erkennt daraufhin einen Timeout.



## 6 Diagnose und Fehlerbehebung

Bei der Fehlerbehandlung unterscheidet man:

- Kommunikationsfehler (bei der seriellen Übertragung),
- Protokollfehler (spezifisch für Modbus),

### 6.1 Kommunikationsfehler

Zu den Kommunikationsfehlern gehören:

- „character timeout“ (Zeitüberschreitung bei Zeichenübertragung),
- „parity error“ (Paritätsfehler),
- „framing error“ (Fehler im Datenrahmen),
- „overrun error“ (Überlauf im Empfangsregister des seriellen Bausteins).

Tritt einer dieser Fehler auf, antwortet das Gerät nicht mehr. Der Master erzeugt einen Timeout-Fehler.

### 6.2 Protokollfehler

Bei allen Protokollfehlern wird als Antwort ein Ausnahmecode geliefert. Die Antwort besitzt den gleichen Funktionscode wie die normale Antwort, aber zusätzlich ist das „MSB“ gesetzt. Dem Funktionscode folgt ein 1-Byte-breiter Ausnahmecode.

*Struktur der negativen Antworten* Für FC3, FC8, FC16, FC23: <FC> <AusnCode>

Für FC43: <FC> <MEI> <AusnCode>

Feld	Bytes	Wert	Bedeutung
FC	1	FC + 128 (80 <sub>h</sub> ) 03 <sub>h</sub> + 80 <sub>h</sub> = 83 <sub>h</sub> 08 <sub>h</sub> + 80 <sub>h</sub> = 88 <sub>h</sub> 10 <sub>h</sub> + 80 <sub>h</sub> = 90 <sub>h</sub> 17 <sub>h</sub> + 80 <sub>h</sub> = 97 <sub>h</sub> 2B <sub>h</sub> + 80 <sub>h</sub> = AB <sub>h</sub>	Antwortcode bei Fehler für: FC3 FC8 FC16 FC23 FC43
MEI (nur FC43)	1	14	Modbus Encapsulated Interface Type(Subfunktion)
AusnCode	1	01 <sub>h</sub> .. 04 <sub>h</sub>	01 <sub>h</sub> = Ungültige Funktion 02 <sub>h</sub> = Ungültige Datenadressen 03 <sub>h</sub> = Ungültige Daten 04 <sub>h</sub> = Slave-Gerätefehler

## 6.3 Fehler behandeln

### 6.3.1 Synchrone Fehler

Synchrone Fehler treten nur als Antwort auf ein Kommando auf. Bei der Übergabe eines Kommandos wird sofort geprüft, ob dies korrekt durchgeführt werden kann. Ist dies nicht der Fall, gibt das Gerät als Rückmeldung auf das Kommando einen Ausnahmecode zurück. Der tatsächlich aufgetretene Fehler kann mit der Diagnosefunktion ausgelesen werden, siehe Seite 5-6.

*Fehlerursachen* Mögliche Ursachen eines synchronen Fehlers sind:

- Unbekanntes Kommando, Syntaxfehler oder falscher Sendedatenrahmen
- Parameterwert außerhalb des zulässigen Wertebereichs
- Unzulässiges Aktions- oder Steuerkommando während einer laufenden Bearbeitung
- Fehler beim Ausführen eines Aktions- oder Steuerkommandos.

Die Tabelle mit den Fehlernummern finden Sie im Gerätehandbuch im Kapitel zur Diagnose und Fehlerbehebung.

### 6.3.2 Asynchrone Fehler

*Asynchrone Fehler* Asynchrone Fehler werden von den Überwachungseinrichtungen des Gerätes gemeldet, sobald ein Gerätefehler auftritt. Ein asynchroner Fehler wird über Bit 3, "Fault" des Parameters `DCOMstatus` (6041<sub>h</sub>) gemeldet. Bei Fehlern, die zu einer Fahrtunterbrechung führen, sendet das Gerät eine EMCY-Nachricht.



## 7 Service, Wartung und Entsorgung

Informationen zu Service, Wartung und Entsorgung finden Sie im zugehörigen Produkthandbuch.



## 8 Glossar

### 8.1 Begriffe und Abkürzungen

<i>Adresse</i>	Speicherort, auf den über seine eindeutige Nummerierung zugegriffen werden kann. Siehe auch Slave-Adresse.
<i>Antriebssystem</i>	System aus Steuerung, Endstufe und Motor.
<i>API</i>	Application Program Interface
<i>ASCII</i>	American Standard Code for Information Interchange (engl.) Standard zur Codierung von Textzeichen
<i>Asynchroner Fehler</i>	Fehler, der von der steuerungsinternen Überwachungseinrichtung erkannt und gemeldet wird.
<i>CRC</i>	Cyclical Redundancy Check (engl.), Fehlerprüfung
<i>Datenrahmen</i>	Seriell übertragenes Datenpaket mit eindeutiger Anfangs- und Enderkennung, dessen Struktur vom verwendeten Protokoll abhängt.
<i>Default-Wert</i>	Werkseitige Voreinstellungen.
<i>Drehrichtung</i>	Drehung der Motorwelle in positive oder negative Drehrichtung. Positive Drehrichtung gilt bei Drehung der Motorwelle im Uhrzeigersinn, wenn man auf die Stirnfläche der herausgeführten Motorwelle blickt.
<i>E/A</i>	Ein-/Ausgänge
<i>Elektronisches Getriebe</i>	Im Antriebssystem erfolgende Umrechnung einer Eingangsdrehzahl mit den Werten eines einstellbaren Getriebefaktors zu einer neuen Ausgangsdrehzahl für die Motorbewegung.
<i>EMV</i>	Elektromagnetische Verträglichkeit
<i>Endschalter</i>	Schalter, die das Verlassen des zulässigen Verfahrbereichs melden.
<i>Endstufe</i>	Hierüber wird der Motor angesteuert. Die Endstufe erzeugt entsprechend den Positionersignalen der Steuerung Ströme zur Ansteuerung des Motors.
<i>Fehlerklasse</i>	Zusammenfassung von Betriebsstörungen in Gruppen entsprechend der Fehlerreaktionen
<i>Feld</i>	Inhaltlich zusammengehörende Bytes einer Nachricht.
<i>Feldbus</i>	Zur Datenübertragung zwischen Feldgeräten optimierter Bus. Ein Feldbus ist „offen“, d.h. nicht proprietär (nicht nur von einem Hersteller unterstützt). Über den Feldbus lassen sich die Parametereinstellungen der Antriebssysteme abrufen und ändern, Eingänge überwachen und Ausgänge ansteuern sowie Diagnose- und Fehlerüberwachungsfunktionen aktivieren.
<i>Halbduplex</i>	Bidirektionale Datenübertragung, bei der aber immer nur ein Teilnehmer senden kann.
<i>HMI</i>	Human Machine Interface (engl.): Mensch-Maschine-Schnittstelle, Handbediengerät.
<i>I<sup>2</sup>t-Überwachung</i>	Vorausschauende Temperaturüberwachung. Aus dem Motorstrom wird eine zu erwartende Erwärmung von Gerätekomponenten vorausbe-

	rechnet. Bei Grenzwertüberschreitung reduziert der Antrieb den Motorstrom.
<i>Inc</i>	Inkmente
<i>Indexpuls</i>	Signal eines Encoders zur Referenzierung der Rotorposition im Motor. Pro Umdrehung liefert der Encoders einen Index-Impuls.
<i>Inkrementelle Signale</i>	Winkelschritte eines Encoders als Rechteck-Pulsfolgen. Die Pulse geben die Änderung von Positionen an.
<i>Ist-Position</i>	Aktuelle absolute oder relative Position der bewegten Komponenten im Antriebssystem.
<i>LED</i>	Light Emitting Diode (engl.), Leuchtdiode
<i>LRC</i>	Longitudinal Redundancy Check (engl.), Fehlerprüfung
<i>LSB</i>	Least Significant Bit (engl.), das rangniedrigste Bit einer Bitfolge, z. B. eines Bytes
<i>Master</i>	Aktiver Busteilnehmer, der den Datenverkehr im Netzwerk steuert.
<i>Node Guarding</i>	(engl.: Knotenüberwachung), Verbindungsüberwachung mit dem Slave an einer Schnittstelle auf zyklischen Datenverkehr.
<i>Parameter</i>	Vom Anwender einstellbare Gerätedaten und -werte.
<i>PC</i>	Personal Computer
<i>Profibus</i>	Standardisierter offener Feldbus nach EN 50254-2, über den Antriebe und andere Geräte unterschiedlicher Hersteller miteinander kommunizieren.
<i>Protokoll</i>	Richtlinie, in der festgelegt ist, welches Format Daten zu ihrer Übertragung haben müssen.
<i>PWM</i>	Pulsweitenmodulation
<i>Quick Stop</i>	Schnell-Stopp, Funktion wird bei Störung oder über einen Befehl zum schnellen Abbremsen des Motors eingesetzt.
<i>Register</i>	Speicherbereich bestimmter Größe (meist 8, 16 oder 32 Bits) zur Zwischenspeicherung von Daten, die von einer Systemeinheit an eine andere weitergegeben werden.
<i>RS485</i>	Feldbusschnittstelle nach EIA-485, die eine serieller Datenübertragung mit mehreren Teilnehmern ermöglicht.
<i>RTU</i>	Remote Terminal Unit
<i>Slave</i>	Passiver Busteilnehmer, der Steuerbefehle entgegennimmt und Daten für den Master bereitstellt.
<i>Slave-Adresse</i>	Über die einmalige Adressenvergabe ist eine gezielte Kommunikation zwischen Master und Slave erst möglich.
<i>SPS</i>	Speicherprogrammierbare Steuerung
<i>Synchroner Fehler</i>	Fehler, der von der Steuerung gemeldet wird, wenn sie ein Kommando des Masters nicht ausführen kann.
<i>Timeout</i>	Fehler, der durch Überschreiten der maximal zulässigen Zeitspanne zwischen Anfrage und Antwort von Geräten entsteht.
<i>Watchdog</i>	Einrichtung, die zyklische Grundfunktionen im Antriebssystem überwacht. Im Fehlerfall werden Endstufe und Ausgänge abgeschaltet.

## 9 Stichwortverzeichnis

### A

Abkürzungen 8-1  
Anfrage 5-2, 5-3  
Antwort 5-2, 5-3  
Asynchrone Fehler 6-2

### B

Baudrate 4-2  
Begriffe 8-1  
Beispiel  
    Drehzahlregelung 5-16  
    Elektronisches Getriebe 5-17  
    Funktionscodes FC 5-10  
    Geschwindigkeitsprofil 5-13  
    Manuellfahrt 5-18  
    Punkt-zu-Punkt 5-12  
    Referenzierung 5-14  
    Stromregelung 5-15  
Bestimmungsgemäßer Einsatz 2-1  
Betrieb 5-1

### D

Datenbits 4-2  
Datenrahmen 5-3  
Diagnose 5-6, 6-1  
Drehzahlregelung  
    Beispiel 5-16

### E

Einführung 1-1  
Einstellungen 4-2  
Elektronisches Getriebe  
    Beispiel 5-17  
Entsorgung 7-1

### F

Fehler  
    Behebung 6-1  
Felder, Datenrahmen 5-3  
Funktionscodes 5-5  
Funktionstests 4-4

### G

Geräteadresse 5-1  
Geschwindigkeitsprofil  
    Beispiel 5-13  
Glossar 8-1  
Grundlagen 5-1

**H**

Halbduplexbetrieb 4-2

**I**

Inbetriebnahme 4-1

Installation 3-1

**K**

Knotenadresse 4-2

Kommunikationsfehler 6-1

**M**

Manuellfahrt

    Beispiel 5-18

Master 5-1

Meldungen

    asynchrone Fehler 6-2

Modbus Übertragungstechnik 5-1

Modbus-Nachricht 5-3

Modbus-Netzwerk 5-1

**N**

Netzbetrieb 4-4

Node-Guarding 4-3

**P**

Parameteradressen, Hexadezimal, Dezimal 5-1

Parität 4-2

Protokolle, für Modbus allgemein 5-2

Protokollfehler 6-1

Punkt-zu-Punkt

    Beispiel 5-12

**Q**

Qualifikation, Personal 2-1

**R**

Read Device Identification 5-9

Read Multiple Registers 5-5

Read Write Multiple Registers 5-8

Referenzierung

    Beispiel 5-14

Richtlinien und Normen 1-1

**S**

Service 7-1

Sicherheit 2-1

Slave 5-1

Stoppbits 4-2

Stromregelung

    Beispiel 5-15

Synchrone Fehler 6-2

**T**

Telegramm 5-3  
Timeout 5-19

**U**

Übertragungsformat 4-2

**V**

Verbindungsüberwachung 5-19

**W**

Wartung 7-1  
Werkseitige Einstellungen 4-2  
Wortfolge 4-3  
Write Multiple Registers 5-7

**Z**

Zeichenprüfung 5-19

