

R6000

8-Kanal-Regler

Z307A
5/1.03



| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inbetriebnahme | 5 |
| 1.1 | Sicherheitshinweise | 5 |
| 1.2 | Installation des Reglers | 5 |
| 1.3 | Bedienung des Reglers über Schnittstelle | 5 |
| 2 | Einstellungen des Reglers | 6 |
| 2.1 | Basis-Konfiguration als 2- / 3-Punkt-Festwertregler | 6 |
| 2.1.1 | Konfiguration der Temperaturmesseingänge | 6 |
| 2.1.2 | Konfiguration der Regelkanäle | 6 |
| 2.1.3 | Konfiguration der Stellausgänge | 7 |
| 2.2 | Erweiterte Konfiguration | 7 |
| 2.2.1 | Stellglieder, Stetigregler, Schrittregler | 7 |
| 2.2.2 | Heißkanalregler | 8 |
| 2.2.3 | Wasserkühlung | 8 |
| 2.2.4 | Reglerarten | 8 |
| 2.2.5 | Reglertyp | 10 |
| 2.2.6 | Sollwerttrampen, Tauschsollwert, Sollwertbegrenzung | 10 |
| 2.2.7 | Anfahrschaltung | 11 |
| 2.2.8 | Handbetrieb | 11 |
| 2.2.9 | Störgrößenaufschaltung | 11 |
| 2.2.10 | Gruppenbildung | 11 |
| 2.2.11 | Istwertführung | 11 |
| 2.2.12 | Istwertkorrektur bei Temperaturfühlern | 12 |
| 2.2.13 | Linear-Eingang und Skalierung | 12 |
| 2.2.14 | Begrenzer | 13 |
| 2.2.15 | Adaptive Messwertkorrektur zur Istwert-Ermittlung | 13 |
| 2.3 | Steuerung der Reglerfunktion mit Binäreingang | 14 |
| 2.4 | Ermittlung der Regelparameter | 15 |
| 2.4.1 | Selbstoptimierung (Adaption) | 15 |
| 2.4.2 | Handoptimierung | 16 |
| 2.5 | Überwachungsfunktionen | 18 |
| 2.5.1 | Grenzwertüberwachung | 18 |
| 2.5.2 | Heizkreisüberwachung | 18 |
| 2.5.3 | Heizstromüberwachung | 19 |
| 2.5.4 | Verhalten bei Fühlerfehler | 19 |
| 2.5.5 | Überwachung der binären Ausgänge | 20 |
| 2.5.6 | Gerätefehler | 20 |
| 2.5.7 | Ausgabe von kanalspezifischen Alarmen | 20 |
| 2.5.8 | Ausgabe von Sammelalarmen bzw. Selbstoptimierung aktiv | 20 |
| 2.5.9 | Löschen von Fehlerbits | 20 |
| 2.6 | Übersicht über Alarne | 21 |
| 2.6.1 | Kanalspezifische Alarne | 21 |
| 2.6.2 | Gerätespezifische Alarne | 21 |
| 2.7 | Einlesen freier Binäreingänge | 22 |
| 2.8 | Gerätesteuerung | 22 |
| 2.8.1 | Überprüfung der Zuordnung von Fühler und Heizung (Mapping) | 22 |
| 2.9 | Parametrieren | 23 |
| 2.9.1 | Parametersätze | 23 |
| 2.9.2 | Übersicht aller Parameter und Konfiguration | 24 |
| 3 | RS-232- / RS-485-Schnittstelle, Protokoll nach EN 60870 | 25 |
| 3.1 | Allgemeines | 25 |
| 3.1.1 | Schnittstellendaten | 25 |
| 3.1.2 | Kommunikationsprotokoll | 25 |
| 3.1.3 | Prinzipielle Funktion | 25 |
| 3.1.4 | Zeitverhalten | 25 |
| 3.2 | Telegramm-Arten und Aufbau | 26 |
| 3.2.1 | Kurzsatz | 26 |
| 3.2.2 | Steuersatz | 26 |
| 3.2.3 | Langsatz | 26 |
| 3.2.4 | Funktion und Wertebereich der Format-Zeichen | 27 |

Inhalt

Seite

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.2.5 | Kriterien für die Gültigkeit eines Anforderungs-Telegramms | 28 |
| 3.3 | Telegramminhalte | 29 |
| 3.3.1 | Gerät rücksetzen | 29 |
| 3.3.2 | Abfrage: Gerät o.k.? | 29 |
| 3.3.3 | Zyklus-Daten | 30 |
| 3.3.4 | Ereignis-Daten | 30 |
| 3.3.5 | Daten vom R6000 anfordern | 31 |
| 3.3.6 | Daten an R6000 senden | 32 |
| 4 | Profibus-DP-Schnittstelle, Protokoll nach EN 50170 | 34 |
| 4.1 | Allgemeines | 34 |
| 4.1.1 | Schnittstellendaten | 34 |
| 4.1.2 | Kommunikationsprotokoll | 34 |
| 4.1.3 | GSD-Datei GMC_059D.gsd | 34 |
| 4.2 | Telegrammformate | 34 |
| 4.2.1 | Funktionsfeld | 34 |
| 4.2.2 | Parameterindex (PI) | 35 |
| 4.2.3 | Länge und Format des Datenblocks | 35 |
| 4.2.4 | Leer-Telegramm | 35 |
| 4.2.5 | Sammelfehler | 36 |
| 4.3 | Die einzelnen Funktionen | 36 |
| 4.3.1 | Zyklus- und Ereignisdaten (Funktionscode 1) | 36 |
| 4.3.2 | Parameter lesen (Funktionscode 2) | 38 |
| 4.3.3 | Parameter schreiben (Funktionscode 3) | 39 |
| 5 | RS-232-/RS-485-Schnittstelle, Modbus-Protokoll | 40 |
| 5.1 | Allgemeines | 40 |
| 5.1.1 | Schnittstellendaten | 40 |
| 5.1.2 | Kommunikationsprotokoll | 40 |
| 5.1.3 | Prinzipielle Funktion | 40 |
| 5.1.4 | Zeitverhalten | 40 |
| 5.2 | Telegramm-Arten und Aufbau | 41 |
| 5.2.1 | Prinzipieller Aufbau | 41 |
| 5.2.2 | Wartezeit | 41 |
| 5.2.3 | Funktionscode | 41 |
| 5.2.4 | Daten | 41 |
| 5.2.5 | Error-Check | 41 |
| 5.2.6 | Unterstützende Telegramme | 42 |
| 5.2.7 | Fehlerbehandlung | 44 |
| 5.3 | Lesen und Schreiben von Daten | 45 |
| 5.3.1 | Adressierung | 45 |
| 5.3.2 | Parameter schreiben | 45 |
| 5.3.3 | Parameter lesen | 46 |
| 5.3.4 | Zyklus-Daten | 46 |
| 6 | CAN-Bus, CANopen-Protokoll | 48 |
| 6.1 | Allgemeines | 48 |
| 6.1.1 | Schnittstellendaten | 48 |
| 6.1.2 | Prinzipielle Funktion | 48 |
| 6.1.3 | ESD - Datei | 48 |
| 6.2 | Service Daten Objekte (SDO) | 48 |
| 6.3 | Prozess Daten Objekte (PDO) | 49 |
| 6.3.1 | Konfiguration des PDO | 49 |
| 6.3.2 | Zeitverhalten der PDOs | 49 |
| 6.3.3 | Telegrammaufbau des PDO | 49 |
| 6.3.4 | Inhalt der Sende PDOs | 50 |
| 6.3.5 | Inhalt der Empfangs PDOs | 51 |
| 6.4 | SYNC-Objekt | 52 |
| 6.5 | Emergency Objekt | 52 |
| 6.6 | NMT Objekt | 52 |
| 6.7 | Objektverzeichnis | 53 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 7 | Geräteparameter | 54 |
| 7.1 | Übersicht | 54 |
| 7.2 | Hauptgruppe 0: Temperaturparameter | 55 |
| 7.2.1 | Tabelle der Parameterindizes | 55 |
| 7.2.2 | Einheit und Einstellbereich | 55 |
| 7.3 | Hauptgruppe 1: Regelparameter | 56 |
| 7.3.1 | Tabelle der Parameterindizes | 56 |
| 7.4 | Hauptgruppe 2: Steueranweisungen | 56 |
| 7.4.1 | Tabelle der Parameterindizes | 56 |
| 7.4.2 | Reglerfunktion | 56 |
| 7.4.3 | Fehlerstatus | 56 |
| 7.4.4 | Reglerkonfiguration | 58 |
| 7.4.5 | Reglerstatus, Meldewort | 58 |
| 7.4.6 | Kanalfehlermaske | 59 |
| 7.4.7 | Sammelfehlermaske | 59 |
| 7.5 | Hauptgruppe 3: Gerätespezifikation | 60 |
| 7.5.1 | Tabelle der Parameterindizes | 60 |
| 7.5.2 | Gerätebestückung | 60 |
| 7.5.3 | Dimension Regelgröße und Gerätesteuerung | 60 |
| 7.5.4 | Grenzwertfunktion und Heizkreisüberwachung | 60 |
| 7.5.5 | Ausgangskonfiguration | 61 |
| 7.6 | Hauptgruppe 6: Heizstromüberwachung | 62 |
| 7.6.1 | Tabelle der Parameterindizes | 62 |
| 7.7 | Hauptgruppe A: Schnittstellen | 62 |
| 7.7.1 | Tabelle der Parameterindizes | 62 |
| 7.7.2 | Schnittstellenkonfiguration | 62 |
| 7.7.3 | CAN-Baudrate | 62 |
| 7.8 | Hauptgruppe B: Temporäre Werte | 62 |
| 7.8.1 | Tabelle der Parameterindizes | 62 |
| 8 | Reparatur- und Ersatzteil-Service, Mietgeräteservice | 63 |
| 9 | Produktsupport | 63 |
| 10 | Schulung | 63 |

1 Inbetriebnahme

Lesen Sie diese Bedienungsanleitung vor dem Gebrauch Ihres Gerätes sorgfältig und vollständig. Beachten und befolgen Sie diese in allen Punkten.



Hinweis

Im Text sind **Parameterbezeichnungen** fett dargestellt, *Einstellwerte* kursiv.

Machen Sie diese Bedienungsanleitung allen Anwendern zugänglich.

1.1 Sicherheitshinweise

Der Regler R6000 ist entsprechend den Sicherheitsbestimmungen IEC 61010-1 / EN 61010-1 / VDE 0411 Teil 1 gebaut und geprüft. Bei bestimmungsgemäßer Verwendung ist die Sicherheit von Anwender und Gerät gewährleistet.



Achtung!

Bevor das Gerät in Betrieb genommen wird, Nennspannung beachten, siehe Gehäusefront.

Überzeugen Sie sich, dass die Anschlussleitungen nicht beschädigt und während der Verdrahtung des Gerätes spannungsfrei sind.

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, muss das Gerät außer Betrieb gesetzt werden (ggf. Hilfsspannung abklemmen!). Diese Annahme kann grundsätzlich getroffen werden, wenn das Gerät sichtbare Schäden aufweist.

Eine Wiederinbetriebnahme des Gerätes ist erst nach einer Fehlersuche, Instandsetzung und einer abschließenden Überprüfung in unserem Werk oder durch eine unserer Servicestellen zugelassen.

Arbeiten am geöffneten Gerät unter Spannung dürfen nur durch eine Fachkraft vorgenommen werden, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde.

Bei allen Arbeiten sind die Vorschriften nach VDE 0100 zu beachten.

1.2 Installation des Reglers

Die Installation des Reglers R6000 hat nach separater Installationsanleitung 3-349-163-29 zu erfolgen.

Vergewissern Sie sich, dass mit der Identifizierung nach Artikelnummer und Merkmalscode alle relevanten Kriterien bei der Montage / Vorbereitung / Einbau, elektrischem Anschluss und Inbetriebnahme beachtet wurden.

1.3 Bedienung des Reglers über Schnittstelle

Busschnittstelle

Der komplette Datenaustausch mit dem R6000 erfolgt über die Busschnittstelle.

Die Beschreibung der Funktionalität, der Schnittstellen und der Datenübertragung finden sich in den folgenden Kapiteln:

- RS-485-Schnittstelle, Protokoll nach EN 60870, siehe Kapitel 3 auf Seite 25
- Profibus-DP-Schnittstelle, Protokoll nach EN 50170, siehe Kapitel 4 auf Seite 34

Service-Schnittstelle

Unabhängig von der Busschnittstelle besitzt der R6000 eine Serviceschnittstelle RS-232 mit EN 60870-Protokoll (siehe Kapitel 3 auf Seite 25), über die mit jedem R6000 einzeln kommuniziert werden kann.

Für diesen Zweck steht die PC-Software R6KONFIG zur Verfügung. Sie kann von der Homepage von GMC-Instruments Deutschland GmbH (<http://www.gmc-instruments.com>) kostenlos geladen werden.

PC-Software R6KONFIG

Mit der PC-Software R6KONFIG können alle Parameter komfortabel bedient werden, Parametersätze im PC gespeichert werden bzw. vorhandene in den R6000 geladen werden. Die aktuellen Messwerte (Zyklusdaten) können angezeigt (jedoch nicht aufgezeichnet) werden.

Zum Verständnis der PC-Software R6KONFIG und des R6000-Reglers sollte vorher dazu das Kapitel 2 auf Seite 6 durchgearbeitet werden.

Systemvoraussetzungen

- IBM-PC oder kompatibler ab Prozessortyp Pentium > 300 MHz
- Windows 95, 98, Windows NT 4.0 oder Windows 2000
- 64 MB RAM Windows 95 / 98, 128 MB RAM Windows NT 4.0 / 2000
- ca. 5 MB Festplattenbedarf

2 Einstellungen des Reglers

Nach Abschluss der Installation muss der R6000 entsprechend seiner Aufgabe konfiguriert und parametriert werden. Dies kann z.B. mit der Konfigurationssoftware R6KONFIG erfolgen. Im Auslieferzustand ist der R6000 als 8-kanaliger 3-Punkt-PDPI-Festwertregler mit *Thermoelement Typ J* voreingestellt (Standardwerkseinstellung).

2.1 Basis-Konfiguration als 2- / 3-Punkt-Festwertregler

2.1.1 Konfiguration der Temperaturmesseingänge

Die 8 Temperaturmesseingänge des R6000 sind fest mit den 8 Regelkanälen verbunden.

Die Fühlerart ist pro Eingang frei einstellbar.

- Einstellung der Fühlerart am DIP-Schalter:

Sie ist mit der Installation des R6000 erfolgt. An der linken Gehäuseseite ist mit dem DIP-Schalter die Fühlerart pro Kanal eingestellt worden. Nicht verwendete Eingänge sind auf Thermoelement gestellt.

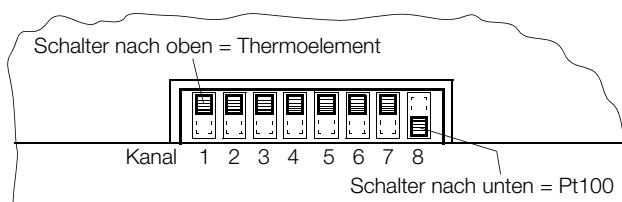


Bild 1 Fühlertyp-Einstellung (Darstellung in waagrechter Geräterlage)

- Auswahl des Fühlers mit **Fühlertyp**:

| Fühlertyp | | Messanfang | | Messende | | DIP-Schalter |
|-----------|----------------------|------------|------|----------|------|--------------|
| Nr. | Typ | °C | °F | °C | °F | |
| 0 | J | 0 | 32 | 900 | 1652 | Oben |
| 1 | L | 0 | 32 | 900 | 1652 | |
| 2 | K | 0 | 32 | 1300 | 2372 | |
| 3 | B | 0 | 32 | 1800 | 3272 | |
| 4 | S | 0 | 32 | 1750 | 3182 | |
| 5 | R | 0 | 32 | 1750 | 3182 | |
| 6 | N | 0 | 32 | 1300 | 2372 | |
| 7 | E | 0 | 32 | 700 | 1292 | |
| 8 | T | 0 | 32 | 400 | 752 | |
| 9 | U | 0 | 32 | 600 | 1112 | |
| 10 | Linear ¹⁾ | 0 mV | | 50 mV | | Unten |
| 11 | Pt100 | -100 | -148 | 500 | 932 | |
| 12 | Ni100 | -50 | -58 | 250 | 482 | |

¹⁾ Als Temperatur skalierbar, Kapitel 2.2.13 auf Seite 12 beachten!

In der Standardwerkseinstellung sind alle Temperaturmesseingänge auf **Fühlertyp Thermoelement Typ J** eingestellt.

Die Auswahl, ob die Temperaturwerte in °C oder °F über die (Bus-) Schnittstelle übermittelt werden, erfolgt mit dem Parameter **Dimension Regelgröße / Gerätesteuerung**. Geräteintern sind alle Temperaturgrößen in °C abgelegt.

Die Regelparameter, die sich auf die Regelgröße beziehen (Proportionalband Heizen und Kühlen, Totzone und Schalthysterese), sind zur besseren Anschaulichkeit ebenfalls in °C abgelegt und damit unabhängig vom gewählten Fühler.

2.1.2 Konfiguration der Regelkanäle

In der Standardwerkseinstellung sind die Regelkanäle auf die **Reglerart Festwertregler** und den **Reglertyp PDPI-Regler** eingestellt. Die Einstellung, ob die Kanäle 2- oder 3-Punkt-Regler, Schritt- oder Stetigregler sind, wird durch die **Ausgangskonfiguration** bestimmt.

Bei Kanälen, an denen keine Fühler angeschlossen sind, oder bei nicht benötigten Kanälen sollte der **Reglertyp** auf *unbenutzt* gestellt werden, damit keine unnötigen Fehlermeldungen entstehen.

Im Auslieferzustand sind zunächst keine **Reglerfunktionen** aktiviert, so dass die Stell-Ausgänge inaktiv sind.

Zur Aktivierung muss das Bit **Regler ein** pro benutzten Kanal gesetzt werden.

2.1.3 Konfiguration der Stellausgänge

Die binären Ein- / Ausgänge (und bei Ausführung A2 die 4 stetigen Ausgänge) sind alle frei den Stellsignalen und sonstigen Ein- / Ausgabefunktionen zuordnenbar.

Ein Regelkanal wird dadurch zum 2-Punkt-Regler, indem ein binärer Ausgang als Heizenausgang mit der entsprechenden Kanalnummer konfiguriert wird.

Ein 3-Punkt-Regler entsteht, wenn zusätzlich zum Heizenausgang ein weiterer binärer Ausgang als Kühlenausgang mit der entsprechenden Kanalnummer konfiguriert wird.

Die acht Bits der **Ausgangskonfiguration** haben im Falle eines binären Stellausgangs folgende Belegung:

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|---------|---------------------------|
| 0 | 0 | Konfiguration als Ausgang |
| 1 | 1 | Einzelkanal |
| 2 ... 4 | 0 ... 7 | Kanalnummer |
| 5 | 0 / 1 | Heizen / Kühlen |
| 6 | 0 | Modus |
| 7 | 0 | Stellsignal |

Die **Ausgangskonfiguration** nicht benötigter Ausgänge sollte auf 0 gestellt sein.

In der Standardwerkseinstellung sind die **Ausgangskonfigurationen** der binären Ausgänge 1 ... 8 auf Heizenausgänge der Kanäle 1 ... 8 gestellt und die der binären Ausgänge 9 ... 16 auf Kühlenausgänge, wodurch die 8 Regler schaltende 3-Punkt-Regler sind.

2.2 Erweiterte Konfiguration

2.2.1 Stellglieder, Stetigregler, Schrittregler

Beim R6000 ist es möglich für die Heizen- und Kühlenfunktion pro Regelkanal unterschiedliche Stellglieder frei zu kombinieren.

Die Ausgabeart des Reglers, wie 2-Punkt, 3-Punkt, Stetig, Schritt oder Kombinationen daraus, wird durch die Zuordnung der Ausgänge mit der **Ausgangskonfiguration** definiert.

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung bei schaltendem Ausgang | | Bedeutung bei stetigem Ausgang | |
|------------|---------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|
| | | Modus | Ausgang | Modus | Ausgang |
| 0 | 0 | | Konfiguration als Ausgang | | |
| 1 | 1 | | Einzelkanal | | |
| 2 ... 4 | 0 ... 7 | | Kanalnummer | | |
| 5 | 0 / 1 | | Heizen / Kühlen | | |
| 6 | 0 / 1 | Mehr / Weniger | | | Dead / Live zero |
| 7 | 0 | | Stellsignal | | |

In der **Ausgangskonfiguration** definieren die Bits 5 und 6 das Stellglied.

| Stellglied für Heizen | Konfiguration erster Heizen Ausgang | | Konfiguration zweiter Heizen Ausgang | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| Kein Heizen-Stellglied | — | | — | |
| SSR, Schütz für schaltende Regelung | Binärer Ausgang | Bit 5 = „Heizen“ = 0 Bit 6 = „Mehr“ = 0 | — | |
| (Stetiges) Proportional-Stellglied | Stetiger Ausgang | Bit 5 = „Heizen“ = 0 | — | |
| Motor-Stellglied für Schrittregelung | Binärer Ausgang | Bit 5 = „Heizen“ = 0 Bit 6 = „Mehr“ = 0 | Binärer Ausgang | Bit 5 = „Heizen“ = 0 Bit 6 = „Weniger“ = 1 |

| Stellglied für Kühlen | Konfiguration erster Kühlen Ausgang | | Konfiguration zweiter Kühlen Ausgang | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| Kein Kühlen-Stellglied | — | | — | |
| SSR, Schütz für schaltende Regelung | Binärer Ausgang | Bit 5 = „Kühlen“ = 1 Bit 6 = „Mehr“ = 0 | — | |
| (Stetiges) Proportional-Stellglied | Stetiger Ausgang | Bit 5 = „Kühlen“ = 1 | — | |
| Motor-Stellglied für Schrittregelung | Binärer Ausgang | Bit 5 = „Kühlen“ = 1 Bit 6 = „Mehr“ = 0 | Binärer Ausgang | Bit 5 = „Kühlen“ = 1 Bit 6 = „Weniger“ = 1 |

- Die Stellglieder für Heizen und Kühlen werden unabhängig voneinander gewählt. (So ist z.B. die Kombination Schrittregler für Heizen und zusätzlich für Kühlen möglich.)
- Wird eine 2-Punkt-Regelung benötigt, so dürfen für diesen Kanal nicht gleichzeitig Heizen- und Kühlenausgänge konfiguriert sein.
- Zur getrennten Ansteuerung von mehreren Stellgliedern durch einen Reglerausgang können mehrere gleichartige Ausgänge auf den gleichen Reglerausgang konfiguriert werden.
- Wird für Heizen (bzw. Kühlen) gleichzeitig stetige und schaltende Ausgänge konfiguriert, so verhält sich der Kanal wie ein Stetigregler und die schaltenden Ausgänge sind inaktiv.
- Wird für Heizen (bzw. Kühlen) versehentlich nur ein „Weniger“-Ausgang konfiguriert, bleibt dieser inaktiv.
- Die Einstellungen sind mit **Reglerart** und **Reglertyp** frei kombinierbar.

2.2.2 Heißkanalregler

Durch Setzen des Bits **Heißkanal** in der **Reglerkonfiguration** wird die Heizen-Stellgröße schnell getaktet ausgegeben. Dadurch werden im Anfahrbetrieb lokale Überhitzungen in hygroskopischen Heizpatronen vermieden, bzw. Temperaturschwankungen innerhalb der Heizungen.

2.2.3 Wasserkühlung

Durch Setzen des Bits **Wasserkühlung** in der **Reglerkonfiguration** wird die Kühlen-Stellgröße modifiziert ausgegeben, um die stark überproportionale Kühlwirkung, die bei Verdampfung von Wasser entsteht, zu berücksichtigen.

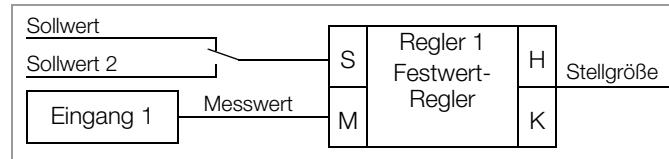
2.2.4 Reglerarten

Die **Reglerart** bestimmt die Verwendung der Eingangsgrößen Istwert und Sollwert.

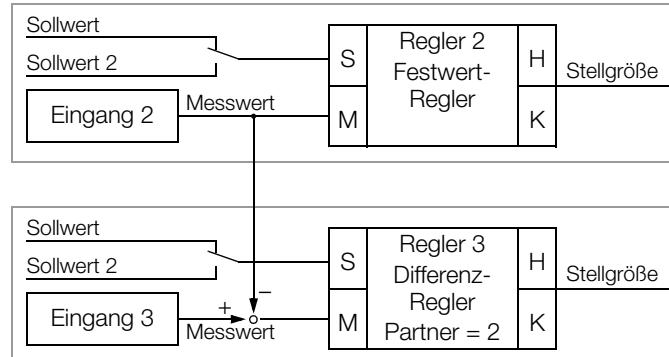
Die Einstellung ist mit allen anderen Konfigurationen kombinierbar.

| Reglerart | Verwendung |
|--|--|
| Festwertregler (Reglerart = 0) | Die Regelabweichung ist Sollwert minus Istwert |
| Differenzregler (Reglerart = 1) | Geregelt wird die Istwert-Differenz = Istwert des Kanals des Differenzreglers minus Istwert des Partnerkanals. Aufgrund der Abtastreihenfolge ist es bei schnellen Strecken sinnvoll, dass der Partnerkanal vor dem Differenzreglerkanal liegt. Die Grenzwertüberwachung bezieht sich auf die Istwertdifferenz und nicht auf die beiden Istwerte. |
| Führungsregler (Reglerart = 2) | Da dem Führungsregler (normalerweise) keine Ausgänge zugeordnet werden, muss er als solcher konfiguriert werden, damit eine zum Folgeregler passende Stellgröße berechnet wird. Die Regeldynamik ist gedämpft, damit die als Delta-Sollwert verwendete Stellgröße nicht zu unruhig ist. Die Stellzykluszeit wird als Zeitkonstante für ein zusätzliches Eingangsfilter verwendet. Die Stellgröße wird vom Folgeregler direkt als Delta-Sollwert addiert. 1 % Stellgröße entspricht immer 1 °C Delta-Sollwert (unabhängig von der Umschaltung der Dimension °C / °F). |
| Folgeregler (Reglerart = 3) | Zum Sollwert wird die Stellgröße des Partnerkanals addiert, aber nur, wenn der Partnerkanal ein Führungsregler ist. 1 % Stellgröße entspricht immer 1 °C Delta-Sollwert. Die mögliche Sollwertverschiebung hängt von der Stellgrößenbegrenzung des Führungsreglers ab und beträgt damit maximal ± 100 °C. Beim Umschalten auf Tauschsollwert wird der Kanal zum <i>Festwertregler</i> , zum Tauschsollwert wird dann nichts addiert. Alle Funktionen, die die Sollwerte betreffen, wie Sollwertrampen, Sollwertbegrenzung oder Anfahren, werden auf die Sollwertsumme angewendet. |
| Umschaltregler (Reglerart = 4) | Wenn ein Regelkreis nur ein Stellglied aber zwei Fühler hat, wobei je nach Betriebszustand der eine oder der andere Fühler verwendet werden soll, kann der Umschaltregler zusammen mit einem Festwertregler als Partnerkanal die Regelung durchführen. Konfiguration: Der Kanal, an dem der erste Fühler und das Stellglied angeschlossen sind, wird als Festwertregler (Reglerart = 0) konfiguriert. Der Kanal, an dem der zweite Fühler und kein Stellglied angeschlossen sind, wird als Umschaltregler (Reglerart = 4) konfiguriert und der Kanal des ersten Fühlers als Partnerkanal eingestellt. Falls die Umschaltung per Binäreingang erfolgen soll, wird dieser dem Festwertregler zugeordnet mit der Funktionsauswahl = 4 (Umschaltregler aktiv). Funktion: Solange das Bit Umschaltregler aktiv in der Reglerfunktion des Festwertreglers nicht gesetzt ist, ist der Festwertregler mit dem ersten Fühler aktiv und der Umschaltregler mit dem zweiten Fühler inaktiv. Ist das Bit Umschaltregler aktiv des Festwertreglers gesetzt, ist der Festwertregler inaktiv. Der Umschaltregler ist dann aktiv und verwendet den Sollwert (inklusive Sollwertgrenzen und Tauschsollwert) des Festwertreglers, sowie dessen Stellausgänge. Die internen Zustände des jeweils inaktiven Reglers werden eingefroren, damit ein stoßfreies Umschalten in beide Richtungen möglich ist. Die Grenzwertüberwachung erfolgt bei beiden Reglern. |

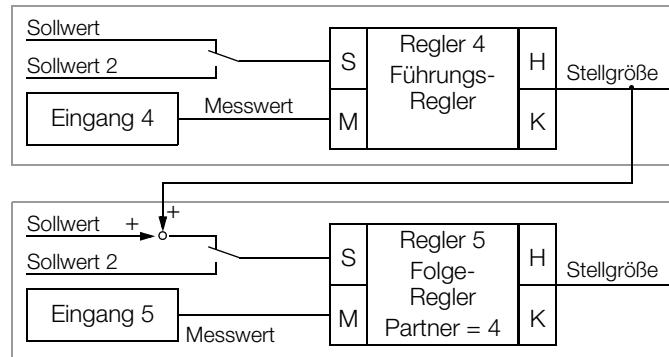
Festwertregelung



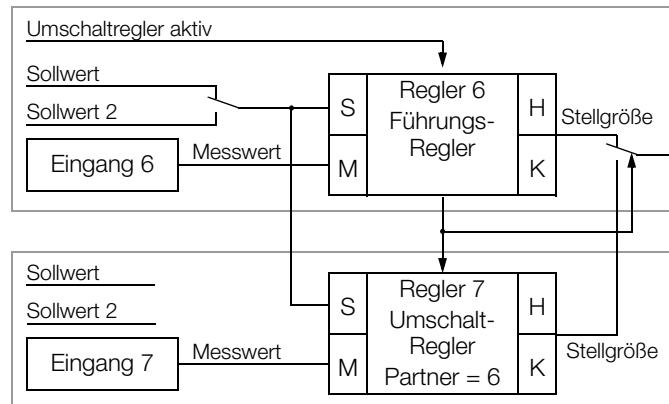
Differenzregelung



Kaskadenregelung



Umschaltregelung



2.2.5 Reglertyp

Der **Reglertyp** bestimmt die Verwendung der Regelabweichung.

Die Art der Stellgrößenausgabe, d.h. die verwendeten Stellglieder sind hiervon unabhängig.

Die Einstellung ist mit allen anderen Konfigurationen kombinierbar.

| Reglertyp | Verwendung |
|--|---|
| Unbenutzt (Reglertyp = 0) | Diese Konfiguration ist für nicht benötigte Kanäle gedacht. Es wird nur der Istwert gemessen, es erfolgt keinerlei Überwachung, Fehlermeldung, etc. |
| Messen (Reglertyp = 1) | Diese Konfiguration ist für eine Temperaturüberwachung gedacht. Eine Grenzwertüberwachung kann konfiguriert werden, die Regelabweichung wird nicht weiterverwendet. |
| Steller (Reglertyp = 2) | Wie Reglertyp = Messen . Zusätzlich wird der Steller-Stellgrad mit dem Stellzyklus ausgegeben. |
| Grenzsignalgeber (Reglertyp = 3) | Der maximale Stellgrad wird ausgegeben, falls Istwert < aktuellem Sollwert. Der minimale Stellgrad wird ausgegeben, falls Istwert > (aktueller Sollwert plus Totzone). Eine Schalthysterese ist einstellbar, eine Zustandsänderung ist nach jedem Stellzyklus möglich. Die Stellzykluszeit wird als Zeitkonstante für ein zusätzliches Eingangsfilter verwendet. |
| PDPI-Regler (Reglertyp = 4, 5) | Der PDPI-Regelalgorithmus sorgt für ein schnelles und überschwingungsfreies Ausregeln. Der Stellzyklus ist mindestens so lang wie der eingestellte Wert. Die Totzone unterdrückt ein Abwechseln von "Heizen" und "Kühlen" ohne bleibende Abweichung. Die Auswahl des Reglertyps 4 oder 5 bestimmt der Regler selbst, die Vorgabe ist beliebig; dabei bedeutet 5 reiner PDPI-Schrittregler , 4 alle anderen Stellgliedkombinationen. |
| Proportionalglied (Reglertyp = 6) | Die Stellgröße ist proportional zur Regelabweichung, eine statische Totzone auf der Kühlen-Seite ist einstellbar. Die Stellzykluszeit wird als Zeitkonstante für ein zusätzliches Eingangsfilter verwendet. Dieser Reglertyp ist nicht zum Regeln gedacht, da ihm die Dynamik für ein überschwingungsfreies Ausregeln fehlt. |

2.2.6 Sollwertrampen, Tauschsollwert, Sollwertbegrenzung

- Die Sollwertrampe wird aktiviert bei:
 - Einschalten der Hilfsspannung / nach Reset
 - Änderung des Sollwertes / Aktivieren des Tauschsollwertes
 - Umschalten vom Auszustand bzw. Handbetrieb auf Automatikbetrieb
- Bei Selbstoptimierung sind die Sollwertrampen inaktiv.
- Relative Grenzwerte beziehen sich auf den Zielsollwert, nicht auf die Rampe.
- Im **Reglerstatus** sind bei aktiven Sollwertrampen entsprechende Bits gesetzt.

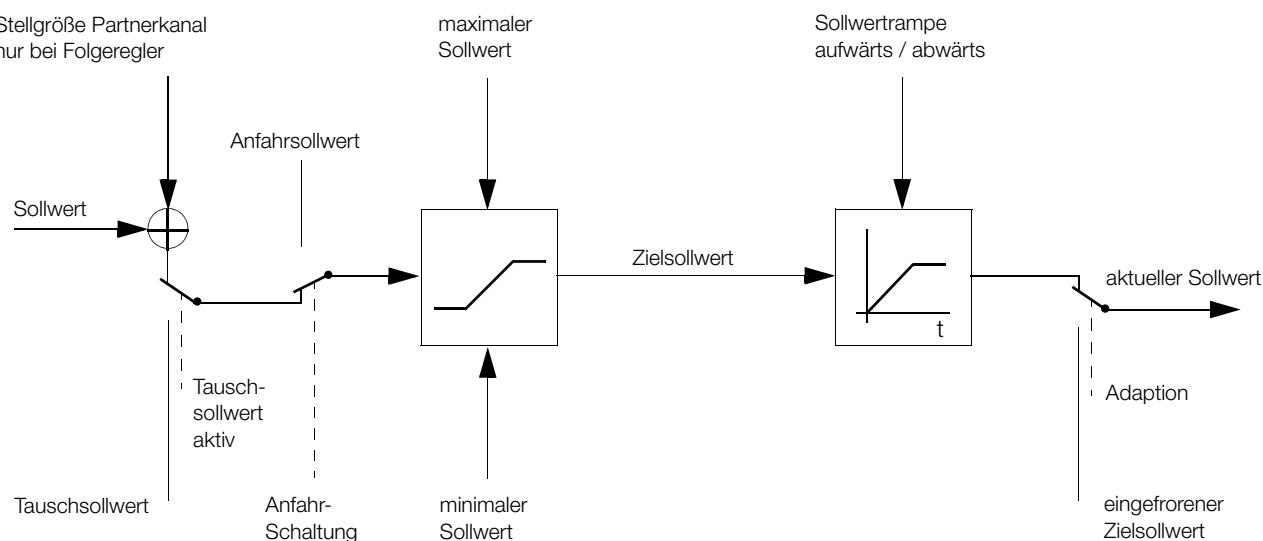


Bild 2 Struktur der Sollwertverarbeitung

2.2.7 Anfahrschaltung

Durch Setzen des Bits **Anfahren** in der **Reglerfunktion** wird die Anfahrschaltung freigegeben.

Die Anfahrschaltung wird nur beim **Reglertyp** = **PDPI** aktiviert, bei anderen Reglertypen erfolgt kein Anfahren.

Durch Löschen des Anfahr-Bits wird ein evtl. aktiver Anfahrvorgang sofort beendet.

Der Anfahrvorgang wird gestartet, wenn nach der Hilfsspannung ein (Reset) oder nach Beendigung des Auszustandes der Istwert mehr als 2 °C unter dem **Anfahrsollwert** ist,
oder nach beendetem Anfahrvorgang oder in der Verweilzeit der Istwert mehr als 40 °C unter den **Anfahrsollwert** absinkt.

Das Anfahren dauert an, bis der Istwert den **Anfahrsollwert** abzüglich 2 °C überschreitet.

Dabei wird die Stellgröße auf den **Anfahrstellgrad** begrenzt.

Soll die Stellgröße zudem schnell getaktet ausgegeben werden, muss der Kanal als **Heißkanal** konfiguriert werden (**Reglerkonfiguration**).

Danach beginnt die Verweilzeit, sie wird mit der **Verweildauer** eingestellt.

Der Regler regelt auf den Anfahrsollwert.

Der Anfahrvorgang ist beendet, wenn die Verweilzeit abgelaufen ist.

Der Regler fährt dann den aktuell gültigen Sollwert an.

Falls der aktuell gültige Sollwert immer soweit unterhalb des Anfahrsollwertes liegt, dass die Bedingung für das Ende des Anfahrens nicht erfüllbar ist, wird der Anfahrvorgang nie beendet. Für dieses Verhalten wäre eine Stellgrößenbegrenzung mit dem **maximalen Stellgrad** sinnvoller.

Im **Reglerstatus** zeigen entsprechenden Bits, wenn Anfahren bzw. Verweilzeit aktiv sind.

2.2.8 Handbetrieb

Das Bit **Regler ein** in der **Reglerfunktion** schaltet den Regelkanal ein (Automatikbetrieb). Dadurch werden die Reglerausgänge entsprechend der Konfiguration des Reglers angesteuert.

Ist der Regelkanal nicht eingeschaltet (**Regler ein** = 0), wird das Verhalten der Ausgänge vom Bit **Hand statt Aus** der **Reglerkonfiguration** bestimmt:

"**Hand statt Aus**" nicht gesetzt: Ausgänge sind aus. (Auszustand)
Beim PDPI-Regler wird der I-Anteil gelöscht, d.h. beim Wiedereinschalten muss die Temperatur neu einschwingen.

"**Hand statt Aus**" gesetzt: Die zuletzt aktive Stellgröße wird weiterhin ausgegeben und kann über den **Handstellgrad** verändert werden (Handbetrieb).
Beim PDPI-Regler wird der I-Anteil nicht gelöscht, sondern mit der letzten (evtl. geänderten) Stellgröße vorbesetzt, so dass beim Wiedereinschalten kein Sprung entsteht.
So kann z.B. die Stellgröße vorübergehend eingefroren werden, oder stoßfrei ein anderer Arbeitspunkt angefahren werden.

2.2.9 Störgrößenaufschaltung

Bei der Konfiguration als **PDPI-Regler** kann die Regelqualität bei sprungförmiger Laständerung mit der Störgrößenaufschaltung deutlich verbessert werden:

Beim Setzen des Bits **Störgrößenaufschaltung** in der **Reglerfunktion** wird der Stellgrad (I-Anteil) des Reglers um den Wert **Störgrößenstellgrad** erhöht, beim Löschen des Bits **Störgrößenaufschaltung** um den gleichen Wert erniedrigt.

Bei laufender Selbtoptimierung ist die Störgrößenaufschaltung nicht aktiv.

Nach einem Reset des Gerätes ist das Bit **Störgrößenaufschaltung** nicht (mehr) gesetzt.

Die Störgrößenaufschaltung ist auch bei Hand-Betrieb oder Fühlerfehler aktiv.

Beispiel:

Benötigt eine Heizung in einer Maschine bei Produktion durchschnittlich 70 % Heizleistung, im Stillstand jedoch nur 10 %, so stellt man die Differenz des Störgrößen-Stellgrades = 60 % ein und aktiviert das Bit **Störgrößenaufschaltung** nur bei Produktion.

2.2.10 Gruppenbildung

Die einzelnen Regelkanäle können einer Gruppe zugeordnet werden, indem die **Gruppe** in der **Reglerkonfiguration** auf eine gültige **Gruppennummer** (0 ... 3) gesetzt wird. Damit können die Kanäle einer Gruppe an der **Istwertführung** bzw. an der selektiven Änderung der **Reglerfunktion** per Binäreingang, siehe Kapitel 2.3 auf Seite 14, teilnehmen.

2.2.11 Istwertführung

Durch Setzen des Bits **Istwertführung** und der Zuordnung zu einer **Gruppe** (0 ... 3) in der **Reglerkonfiguration** nehmen die Kanäle dieser Gruppe an der Istwertführung teil. Dazu muss der **Reglertyp** der teilnehmenden Kanäle auf **PDPI-Regler** eingestellt sein.

Ziel dabei ist, die thermischen Spannungen innerhalb der Gruppe durch Minimierung der dynamischen Istwert-Differenzen zu reduzieren. Dies wird dadurch erreicht, dass die langsamste Regelstrecke der Gruppe den Sollwertanstieg für die restlichen Regelstrecken der Gruppe vorgibt. Eingestellte Sollwertrampen und die Anfahrschaltung werden dabei berücksichtigt.

Im **Reglerstatus** zeigen entsprechende Bits, ob die Istwertführung aktiv ist und welcher Kanal der langsamste ist (vergleiche Kapitel 7.4.5 auf Seite 58).

2.2.12 Istwertkorrektur bei Temperaturfühlern

Bei Direktanschluss eines Temperaturfühlers (d.h. **Fühlertyp** ist nicht auf *linear* eingestellt) können mit den beiden Parametern **Istwert-Korrektur** und **Istwert-Faktor** Abweichungen zwischen gemessener Temperatur und der anzuzeigenden Temperatur korrigiert werden.

Mit dem **Istwert-Faktor** wird die Temperatur proportional zum gemessenen Wert geändert. Bei **Istwert-Faktor** = 100,0 % erfolgt keine Veränderung (Standardeinstellung).

Der eingestellte Wert im Parameter **Istwert-Korrektur** wird zum gemessenen (und evtl. mit dem Istwert-Faktor geänderten) Temperaturwert dazu addiert. Damit werden auch die zu großen Messwerte bei Widerstandsthermometer und Zweileiterschaltung korrigiert.

Für die allgemeine Berechnung der Parameter sind zwei Messpunkte erforderlich (Messwert ist die Temperatur vor der Korrektur, Anzeigewert ist die Temperatur nach der Korrektur):

$$\text{Istwert-Faktor} = \frac{\text{Anzeigewert } 1 - \text{Anzeigewert } 2}{\text{Messwert } 1 - \text{Messwert } 2} \cdot 100 \%$$

$$\text{Istwert-Korrektur} = \text{Anzeigewert} - \frac{\text{Messwert} \cdot \text{Istwert-Faktor}}{100 \%} \quad \text{bei Dimension} = ^\circ\text{C}$$

$$\text{Istwert-Korrektur} = (\text{Anzeigewert} - 32,0 \text{ } ^\circ\text{F}) - \frac{(\text{Messwert} - 32 \text{ } ^\circ\text{F}) \cdot \text{Istwert-Faktor}}{100 \%} \quad \text{bei Dimension} = ^\circ\text{F}$$

Beispiel:

Bei einer Werkzeugheizung besteht ein Temperaturgefälle zwischen Heizung und Werkzeugoberfläche. Die gemessene Temperatur (in der Heizung) beträgt 375 °C (Messwert 1), die anzuzeigende Temperatur an der Werkzeugoberfläche ist dann 245 °C (Anzeigewert 1). Bei Raumtemperatur (d.h. Werkzeugheizung aus) soll der Messwert nicht verändert werden. (Messwert 2 = Anzeigewert 2 = 23,0 °C.) Lösung:

$$\text{Istwert-Faktor} = \frac{245 \text{ } ^\circ\text{C} - 23 \text{ } ^\circ\text{C}}{375 \text{ } ^\circ\text{C} - 23 \text{ } ^\circ\text{C}} \cdot 100 \% = 63,1 \%$$

$$\text{Istwert-Korrektur} = 23 \text{ } ^\circ\text{C} - \frac{23 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 63,1 \%}{100 \%} = 8,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.2.13 Linear-Eingang und Skalierung

Bei Verwendung des linearen Eingangs (**Fühlertyp** = *linear*) wird der Thermoelementeingang verwendet, jedoch ohne Berücksichtigung der Vergleichsstelle.

Aufgrund der Fühlerbruchüberwachung ergibt sich bei hochohmigen Quellen eine Beeinflussung des Messwertes:

Verschiebung: ca. + 1,2 mV / kΩ

Abschwächung: ca. 0,5 % / kΩ

Die beiden Parameter **Istwert-Korrektur** und **Istwert-Faktor** dienen zur Skalierung der Messgröße.

Die skalierte Messgröße wird vom R6000 wie eine Temperatur behandelt, da die Dimension der verschiedenen Regler-Parameter (wie z.B. Sollwert oder Proportionalband) in °C bzw. °F angegeben werden. Bei der Regelung oder Überwachung von Nichttemperaturgrößen sollte deshalb nach der Skalierung keine Umschaltung der Dimension der Regelgröße erfolgen, da die Skalierung entsprechend °C / °F umgerechnet wird.

Der **Istwert-Faktor** ist der Anzeigebereich, der dem Eingangsbereich 0 ... 50 mV entspricht.

Der Messpunkt 0 mV wird als 0,0 °C bzw. 32,0 °F angezeigt, solange die **Istwert-Korrektur** = 0 ist.

Der eingestellte Wert im Parameter **Istwert-Korrektur** wird zum Anzeigewert dazu addiert.

Für die allgemeine Berechnung der Parameter sind zwei Messpunkte erforderlich (Messwerte in mV):

$$\text{Istwert-Faktor} = \frac{\text{Anzeigewert 1} - \text{Anzeigewert 2}}{\text{Messwert 1} - \text{Messwert 2}} \bullet 50 \text{ mV}$$

$$\text{Istwert-Korrektur} = \text{Anzeigewert} - \frac{\text{Messwert} \bullet \text{Istwert-Faktor}}{50 \text{ mV}}$$

bei Dimension = °C

$$\text{Istwert-Korrektur} = (\text{Anzeigewert} - 32,0 \text{ °F}) - \frac{\text{Messwert} \bullet \text{Istwert-Faktor}}{50 \text{ mV}}$$

bei Dimension = °F

Beispiel:

Zusätzlich zur Temperaturregelung in °F soll ein Druck überwacht werden. Bei einem Druck von 100 bar liegen am Eingang 44 mV an, 0 bar entsprechen 0 mV. Über die Schnittstelle soll der Messwert mit einer Auflösung von 0,01 bar übertragen werden.

Lösung:

Bei der Interpretation aller Temperaturwerte ist die Auflösung 0,1 °F durch 0,01 bar zu ersetzen.

$$\text{Istwert-Faktor} = \frac{100,00 \text{ bar} - 0,00 \text{ bar}}{44 \text{ mV} - 0 \text{ mV}} \bullet 50 \text{ mV} = 113,64 \text{ bar}$$

entspricht 1136,4 °F

$$\text{Istwert-Korrektur} = (0,00 \text{ bar} - 3,20 \text{ bar}) - \frac{113,64 \text{ bar} \bullet 0 \text{ mV}}{50 \text{ mV}} = -3,20 \text{ bar}$$

entspricht -32,0 °F

2.2.14 Begrenzer

Soll ein Regler ausgeschaltet werden, wenn im Regelkreis eine Grenzwertüber- bzw. -unterschreitung auftritt, so ist der Kanal als Begrenzer zu konfigurieren. Dabei benimmt er sich genau so, als wenn das Bit **Regler ein** in der **Reglerfunktion** (PI = 20h) nicht gesetzt wäre. (Kap. 2.2.8 Handbetrieb beachten!)

Der Begrenzer kann mit allen **Reglertypen** und **Reglerarten** kombiniert werden.

- Zur Aktivierung der Begrenzerfunktion wird im Parameter **Grenzwertfunktion** (PI = 36h) das Bit **Begrenzer** gesetzt.
- Der Begrenzer reagiert auf die **zweiten Grenzwerte** (PI = 04h und 05h), die entsprechend einzustellen und zu konfigurieren sind. (Vergl. Kap. 2.5.1)
- Sobald eine Verletzung eines zweiten Grenzwertes vorliegt, d.h. wenn eines der Bits 2 oder 5 im **Kanalfehlerstatus** gesetzt ist, wird der Regler ausgeschaltet. Ist keines der Bits gesetzt, wird der Regler wieder aktiv.
- Soll nach Ansprechen der Grenzwertüberwachung der Regler dauerhaft ausgeschaltet bleiben, so ist das Bit **Alarm 2 Speicherung aktiv** im Parameter **Grenzwertfunktion** (PI = 36h) zu setzen.
- Zum Wiedereinschalten des Reglers sind dann die Bits 2 und 5 des **Kanalfehlerstatus** zu löschen.
- Dies kann auch über die Funktion **Fehler löschen** mit einem Binäreingang erfolgen (vergl. Kap. 2.3).

2.2.15 Adaptive Messwertkorrektur zur Istwert-Ermittlung

Wenn ein Regelkreis durch eine periodische Störung auf dem Istwert gestört ist, kann die Regelung durch Einschalten der adaptiven Messwertkorrektur verbessert werden. Dabei wird die periodische Störung unterdrückt, ohne dass die Reaktionsfähigkeit auf Regelabweichungen abnimmt. Dies erfolgt, indem die Korrektur adaptiv auf die Schwingungsweite der Störung einstellt und nur den Mittelwert an den Regler weitergibt.

Das Bit 14 in der **Reglerkonfiguration** aktiviert die adaptive Messwertkorrektur.

Die Anpassung der Korrektur an die Störung (Adaption) erfolgt passend zur Regeldynamik und erfordert keine weiteren Parameter.

Die Voraussetzung für eine **Verbesserung** der Regelung ist:

- Die Schwingungsweite der Störung ist konstant oder langsam veränderlich,
- Die Periode der Schwingung ist kleiner als die halbe Verzugszeit der Strecke (vergl. PI = 14h)

Da die Korrektur stark in die Istwert-Ermittlung eingreift, kann die Regelung auch **verschlechtert** werden, z.B. wenn

- die Messwertabweichungen unregelmäßig sind,
- einzelne Messwert- "Ausreißer" auftreten,
- die Schwankung nicht periodisch ist,
- die Störung rauschförmig ist.

2.3 Steuerung der Reglerfunktion mit Binäreingang

Die Bits in der **Reglerfunktion**, die zur Aktivierung der einzelnen Funktionen per (Bus-) Schnittstelle gesetzt werden, können auch mit Binäreingängen gesetzt werden. Der Binäreingang hat dann Vorrang vor der Schnittstelle. Dabei ist pro Funktion ein Eingang nötig, die Steuerung kann pro Kanal, für eine Gruppe (1 ... 3) oder für alle acht Kanäle erfolgen.

Die **Ausgangskonfiguration** des Eingangs ist bei Einzelkanalsteuerung:

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|---------|---------------------------|
| 0 | 1 | Konfiguration als Eingang |
| 1 | 1 | Einzelkanalsteuerung |
| 2 ... 4 | 0 ... 7 | Kanalnummer |
| 5 ... 7 | 0 ... 7 | Funktionswahl |

Die **Ausgangskonfiguration** des Eingangs ist bei Gruppensteuerung:

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|-------------|-------------------------------|
| 0 | 1 | Konfiguration als Eingang |
| 1 | 0 | Gruppensteuerung |
| 2, 3 | 0 / 1 ... 3 | Alle 8 Kanäle / Gruppennummer |
| 4 ... 6 | 0 ... 7 | Funktionswahl |
| 7 | 0 | — |

Funktionswahl:

| Wert | Bedeutung | Bemerkung |
|------|---|-----------------------------------|
| 0 | Tauschsollwert aktiv | |
| 1 | Anfahrschaltung | |
| 2 | Störgrößenaufschaltung | |
| 3 | Automatische Heizstromübernahme starten | Nur über Schnittstelle zu stoppen |
| 4 | Umschaltregler aktiv | |
| 5 | Fehler löschen | |
| 6 | Regler ein | |
| 7 | Adaption starten | Nur über Schnittstelle zu stoppen |

2.4 Ermittlung der Regelparameter

Um eine optimale Regeldynamik zu erhalten, müssen die Parameter **Proportionalband Heizen / Kühlen (Xpl / XplI)**, die **Verzugszeit (Tu)** der Strecke und die **Stellzykluszeit** ermittelt werden.

Reglerintern werden daraus die dazu passenden Werte für die Reglerverstärkung, die Vorhalte- und Nachstellzeit und die Abtasthäufigkeit der Messgröße gebildet.

2.4.1 Selbstoptimierung (Adaption)

Die Selbstoptimierung ermittelt und überschreibt die Parameter **Proportionalband Heizen / Kühlen (Xpl / XplI)**, **Verzugszeit (Tu)** und die **Stellzykluszeit**.

Vorbereitung

- Vor dem Start der Selbstoptimierung muss die vollständige Konfiguration erfolgen.
- Der Sollwert ist auf den nach der Selbstoptimierung benötigten Wert einzustellen.
- Ein eventuell gesetztes Bit Adoptionsfehler im Kanalfehlerstatus muss vorher gelöscht werden.

Start

- Durch Setzen des Bits **Adaption ein** in der **Reglerfunktion** wird die Selbstoptimierung gestartet.
- Der Start wird nur angenommen, wenn der **Reglertyp** auf **PDPI-Regler** steht,
dem Kanal Ausgänge zugeordnet sind und
die Stellgrößenbegrenzung nicht unter 10 % liegt.
Wenn der Start nicht angenommen werden kann, wird das Bit **Start-Fehler** des **Kanalfehlerstatus** des entsprechenden Kanals gesetzt (vergl. **Ereignisdaten**).
- Die Selbstoptimierung wird auch dann gestartet, wenn der Kanal im Auszustand bzw. im Handbetrieb ist (Bit **Regler ein** gelöscht).

Ablauf

- Der beim Start aktuelle Sollwert bleibt gültig; eine Änderung wird zunächst nicht wirksam.
(Folgeregler: ein sich ändernder Delta-Sollwert bleibt ohne Wirkung.)
- Die Aktivierung / Deaktivierung des Tauschsollwertes wird nicht wirksam.
- Eingestellte Sollwertrampen werden nicht berücksichtigt.
- Beim Start im Arbeitspunkt (Istwert ist etwa gleich dem Sollwert) ist ein Überschwingen nicht zu vermeiden.
- Bei 3-Punkt-Regler wird mit dem Ansprechen eines oberen Grenzwertes die Kühlung aktiviert, um eine Überhitzung zu verhindern.
Die Selbstoptimierung führt dann einen Schwingversuch um den Sollwert aus.
- Im **Reglerstatus** zeigen die unteren 4 Bits die Optimierungsphase an.
- Ist die Selbstoptimierung beendet, wird das Bit **Adaption ein** zurückgesetzt.
- Wird die Selbstoptimierung mittels Binäreingang gestartet, muss der Binäreingang vor Ablauf der Selbstoptimierung wieder inaktiv werden, da sonst die Selbstoptimierung nach ihrem Ende erneut gestartet würde. Über den Binäreingang kann die Selbstoptimierung nicht gestoppt werden.

Abbruch

- Die Selbstoptimierung kann jederzeit abgebrochen werden durch Löschen des Bits **Adaption ein**. (Nicht bei Binäreingang).
- Tritt während der Selbstoptimierung ein Fehler auf, gibt der Regler kein Stellsignal mehr aus und das Bit **Adoptionsfehler** des **Kanalfehlerstatus** des entsprechenden Kanals wird gesetzt (in **Ereignisdaten**). Dies ist dann der Fall, wenn ein Fühlerfehler auftritt oder die Konfiguration oder Parametrierung für den Kanal so geändert wird, dass die Selbstoptimierung nicht mehr sinnvoll fortgesetzt werden kann.
- Im Fehlerfall muss für eine Wiederaufnahme des Regelbetriebes das Bit **Adoptionsfehler** des Kanalfehlerstatus gelöscht werden.

2.4.2 Handoptimierung

Mit der Handoptimierung werden die **Parameter Proportionalband Heizen**, **Proportionalband Kühlen**, **Verzugszeit** und **Zykluszeit** ermittelt. Dazu wird ein Anfahr- bzw. Schwingversuch durchgeführt.

Vorbereitung für Anfahr- oder Schwingversuch

- Die vollständige Konfiguration und Parametrierung muss zuerst für den Einsatz des Reglers erfolgen.
- Durch **Regler ein = 0** in der **Reglerfunktion** sollten die Stellglieder deaktiviert werden.
- Ein Schreiber ist an dem Fühler anzuschließen und passend zur Streckendynamik und zum Sollwert einzustellen. Bei Differenzregler muss die Istwertdifferenz aufgezeichnet werden.
- Bei Dreipunkt-Regler muss die Ein- und Ausschaltdauer des Heizen-Schaltausgangs registriert werden (z. B. mit einem weiteren Schreiberkanal oder mit der Stoppuhr).
- Reglertyp = Grenzsignalgeber** konfigurieren.
- Die **Zykluszeit** auf Minimum stellen (0,1 s).
- Wenn möglich eine Stellgradbegrenzung ausschalten.
- Den Sollwert absenken (bzw. anheben) damit die Über- und Unterschwinger keine unerlaubten Werte annehmen.

Durchführung des Anfahrversuches

- Totzone = MbU (Messbereichs-Umfang)** bei Dreipunkt-Regler einstellen (Kühlen darf nicht ansprechen).
Totzone = 0 bei Schrittregler einstellen („Weniger Ausgang“ muss ansprechen)
- Schreiber starten.
- Mit **Regler ein = 1** die Stellglieder aktivieren.
- Zwei Überschwinger und zwei Unterschwinger aufzeichnen. Anfahrversuch zu Ende bei Zweipunktregler. Bei Dreipunktregler weiter mit:
- Totzone = 0** einstellen um weitere Schwingungen mit aktivem Kühlensollwert herbeizuführen, zwei Über- und Unterschwinger abwarten.
- Die Einschaltdauer T_I und Ausschaltdauer T_{II} des Heizenausgangs des letzten Schwingers registrieren.

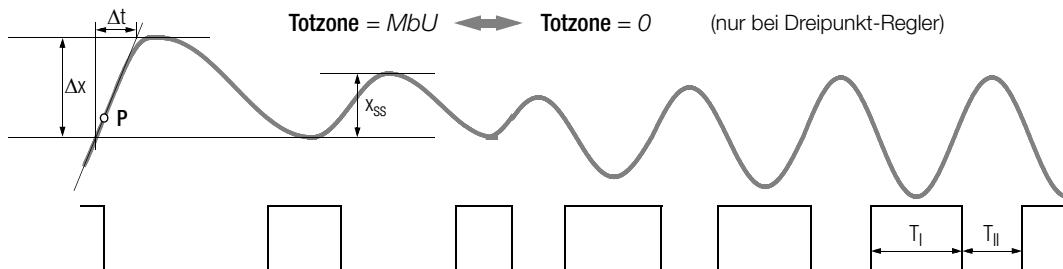


Bild 3 Kurvenverlauf bei Anfahrversuch

Auswertung des Anfahrversuches

- Tangente an die Kurve anlegen im Schnittpunkt P von Istwert mit Sollwert, bzw. Ausschaltzeitpunkt des Ausgangs.
- Zeit Δt ausmessen.
- Schwingungsweite x_{ss} ausmessen, bei Schrittregler Überschwinger Δx .

| Parameter | Parameterwerte | | | |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|--------------|-----------------------------|
| | Zweipunktregler | Dreipunktregler | Stetigregler | Schrittregler ¹⁾ |
| Verzugszeit (Tu) | | 1,5 • Δt | | $\Delta t - (Ty / 4)$ |
| Zykluszeit | | $Tu / 12$ | | $Ty / 100$ |
| Proportionalband Heizen (Xpl) | x_{ss} | | $2 • x_{ss}$ | $0,5 • \Delta x$ |
| Proportionalband Kühlen (Xpll) | – | $Xpl • (T_I / T_{II})$ | – | – |

¹⁾ Ty = Motorstellzeit

Falls eine Stellgradbegrenzung eingestellt war, muss der Proportionalbereich korrigiert werden:

- Xpl** multiplizieren mit 100 % / **maximaler Stellgrad**
Xpll multiplizieren mit –100 % / **minimaler Stellgrad**

Durchführen des Schwingversuches

Falls ein Anfahrvorschlag nicht möglich ist, z. B. wenn benachbarte Regelkreise den Istwert zu stark beeinflussen, oder wenn eine aktive Kühlung zum Halten des Istwertes nötig ist (Kühlenarbeitspunkt), oder aus bestimmten Gründen direkt auf den Sollwert optimiert werden muss, können die Regelparameter aus einer Dauerschwingung ermittelt werden. Allerdings sind dabei die berechneten Werte für die Verzugszeit unter Umständen zu groß.

Die Durchführung ist ohne Schreiber möglich, wenn der Istwert beobachtet wird und die Zeiten mit einer Stoppuhr gemessen werden.

- **Totzone** = 0 einstellen.
- Die Stellglieder aktivieren mit **Regler ein** = 1, evtl. Schreiber starten. Mehrere Schwinger aufzeichnen bis sie gleich groß sind.
- Die Schwingungsweite x_{ss} ausmessen.
- Die Einschaltzeit T_I und Ausschaltzeit T_{II} des Heizenausgangs der Schwinger registrieren.

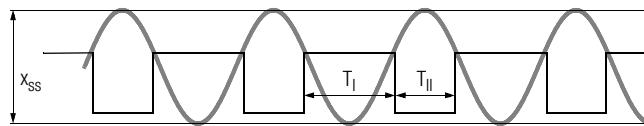


Bild 4 Schwingungsverlauf

Auswertung des Schwingversuches

| Parameter | Parameterwerte | | | |
|---------------------------------------|-----------------|--|------------------|----------------------------------|
| | Zweipunktregler | Dreipunktregler | Stetigregler | Schrittregler ¹⁾ |
| Verzugszeit (Tu) ²⁾ | | $0,3 \cdot (T_I + T_{II})$ | | $0,2 \cdot (T_I + T_{II} - 2Ty)$ |
| Zykluszeit | | $Tu / 12$ | | $Ty / 100$ |
| Proportionalband Heizen (Xpl) | x_{ss} | $\frac{x_{ss} \cdot T_{II}}{(T_I + T_{II})}$ | $2 \cdot x_{ss}$ | $0,5 \cdot x_{ss}$ |
| Proportionalband Kühlen (XpII) | – | $Xpl \cdot (T_I / T_{II})$ | – | – |

¹⁾ Ty = Motorstellzeit

²⁾ Wenn eine der Zeiten T_I oder T_{II} wesentlich größer ist als die andere ergibt sich ein zu großer Wert für Tu.

Korrektur bei Stellgradbegrenzung:

- Xpl multiplizieren mit 100 % / **maximaler Stellgrad**
 XpII multiplizieren mit –100 % / **minimaler Stellgrad**

Korrektur bei Schrittregler falls eine der Zeiten T_I oder T_{II} kleiner ist als Ty:

Xpl multiplizieren mit $\frac{Ty \cdot Ty}{T_I \cdot T_I}$, falls T_I am kleinsten ist, mit $\frac{Ty \cdot Ty}{T_{II} \cdot T_{II}}$, falls T_{II} am kleinsten ist.

Der Wert für Tu ist in diesem Fall sehr ungenau. Er sollte im Regelbetrieb nachoptimiert werden.

Regelbetrieb

Nach Beendigung der Handoptimierung wird der Regelbetrieb aufgenommen:

- **Reglertyp** = PDPI einstellen
 - Den Sollwert auf den benötigten Wert stellen.
 - Die Totzone kann bei Dreipunkt- und Schrittregler von **Totzone** = 0 aus erhöht werden, falls die Ansteuerung der Heizen- und Kühlerausgänge z. B. Mehr- oder Wenigerausgänge durch unruhigen Istwert zu rasch wechselt.

2.5 Überwachungsfunktionen

Das Ergebnis der einzelnen Überwachungsfunktionen wird in die Bits der **Ereignisdaten** geschrieben, die über die (Bus-) Schnittstelle abgefragt werden können, bzw. selektiv auf binäre Ausgänge geschaltet werden können.

2.5.1 Grenzwertüberwachung

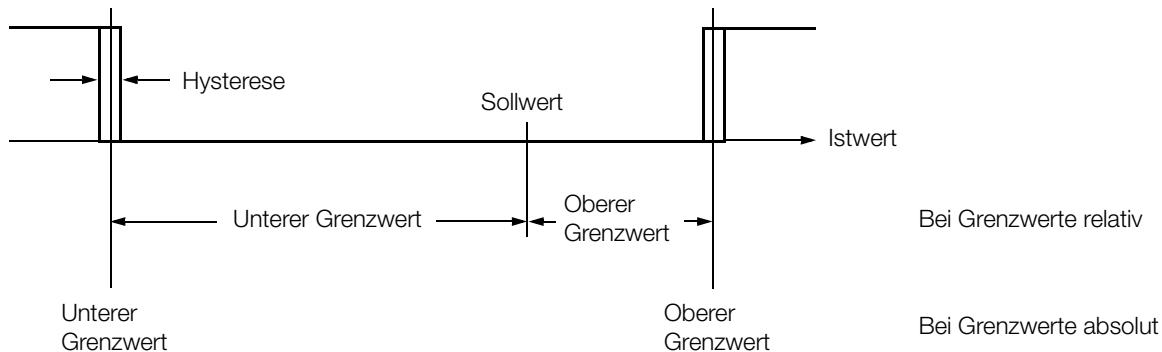


Bild 5 Schematische Darstellung der Grenzwertüberwachung

Anfahrunterdrückung

Die Alarmunterdrückung ist beim Anfahren solange aktiv (Bit **Anfahrunterdrückung** in **Grenzwertkonfiguration**), bis die Temperatur zum ersten Mal den unteren Grenzwert überschritten hat. Beim Abkühlen wirkt die Unterdrückung solange, bis der obere Grenzwert zum ersten Mal unterschritten wurde.

Sie ist wirksam bei: Einschalten der Hilfsspannung, Änderung des aktuellen Sollwertes und Aktivierung des Tauschsollwertes; Umschaltung von Reglertyp = unbenutzt auf einen anderen Reglertyp oder Einschalten der Überwachung durch Grenzwert ungleich Null.

Alarmspeicherung

Ist die Alarmspeicherung aktiv (Bit **Alarmspeicherung** in **Grenzwertkonfiguration** gesetzt), bleibt ein gesetztes Bit im **Kanalfehlerstatus** gesetzt, bis es gelöscht wird.

2.5.2 Heizkreisüberwachung

- Die Heizkreisüberwachung wird aktiv mit Bit **Heizkreisüberwachung** der **Grenzwertkonfiguration**.
- Der Regler muss als **Reglertyp** = **PDPI**, schaltend oder stetig heizen mit **maximalem Stellgrad** $\geq 20\%$ konfiguriert sein.
- Es erfolgt keine Überwachung während der Selbstoptimierung.
- Die Überwachung verwendet die Regelparameter **Verzugszeit Tu** und **Proportionalband Heizen Xpl**, weshalb diese korrekt optimiert sein müssen. Bei Handoptimierung oder nachträglicher Anpassung der Regelparameter muss eine untere Grenze für **Tu** eingehalten werden. Diese ist:
$$\text{min. } Tu = 2 \cdot Xpl / (\Delta x / \Delta t)$$
 $\Delta x / \Delta t = \text{maximaler Temperaturanstieg beim Anfahren mit } ED = 100\%.$
Bei stetigem Heizen ist die Grenze halb so groß.
- Eine Fehlermeldung erfolgt nach ca. 2-mal **Tu**, wenn ununterbrochen geheizt wird und die gemessene Temperaturerhöhung zu gering ist, bzw. sofort, wenn die Temperatur so extrem schnell absinkt, wie es normal nicht möglich wäre.
Ursache hierfür könnte sein:
 - der Fühler ist verpolzt oder kurzgeschlossen
 - der Fühler ist nicht eingebaut, herausgerutscht oder an einer falschen Stelle eingebaut
 - der Heizstromkreis ist unterbrochen oder nicht eingeschaltet
 - das Stellglied ist defekt
- Im Fehlerfall werden die Ausgänge abgeschaltet und das Bit **Heizkreis-Fehler** des **Kanalfehlerstatus** gesetzt (vergleiche **Ereignisdaten**).
- Der Reglerkanal bleibt dabei ausgeschaltet, bis das Bit **Heizkreis-Fehler** gelöscht wird.

2.5.3 Heizstromüberwachung

Anschluss

- Es können 1 bis 3 gleiche externe Summenstromwandler (für alle 8 Kanäle gleichzeitig) angeschlossen werden.
Im Parameter **Summenstromwandler-Verhältnis** muss der Strom eingegeben werden, der sekundär 1 A ergibt.
- Zur Kompensation der Heizspannungsschwankung kann ein Spannungswandler oder Transformator angeschlossen werden.
- Überwacht werden alle Kanäle, deren Ströme durch die Wandler geführt sind.

Parametrierung

- Die Stromwerte (Summen der 1 bis 3 Phasen), die überwacht werden, sind pro überwachtem Kanal in den Parametern **Heizstrom-Nennwert** einzugeben. Nicht überwachte Kanäle sind auf 0,0 A zu stellen.
- Zur Aktivierung der Kompensation muss im Parameter Sekundär-Spannung Heizspannungs-Wandler die Leerlaufspannung eingegeben werden, die bei primärer Nenn-Heizspannung anliegt. Ein Wert kleiner 10,0 V deaktiviert die Kompensation.
- Die automatische Einstellung der **Heizstrom-Nennwerte** und der **sekundären Heizspannung** kann durch Setzen der Bits **automatische Heizstromübernahme in Reglerfunktion** angestoßen werden.
Es werden damit die Heizstrom-Nennwerte ermittelt und dadurch die Überwachung aktiviert.
Wird für die sekundäre Heizspannung kein Wert über 10,0 V gemessen, bleibt der Wert auf 0,0 V und damit die Kompensation inaktiv. Ist bereits ein Wert für die sekundäre Heizspannung von mindestens 10,0 V eingestellt, wird kein neuer Wert für die Kompensation ermittelt.

Funktion

- Falls mindestens für einen Kanal die Heizstromüberwachung aktiviert ist, führt der R6000 zyklisch (in Abhängigkeit von den Parametern **Verzugszeit** Tu) die Zustände herbei, dass nur die Heizung eines zu überwachenden Kanals eingeschaltet ist (und alle anderen Heizungen aus), sowie den Zustand, dass alle Heizungen aus sind. Damit können mit den Summenstromwandlern die Heizströme einzelner Kanäle gemessen werden.
- Ist für die sekundäre Heizspannung ein Wert zwischen 10,0 V und 50,0 V eingestellt, werden die Strommesswerte kompensiert:
$$\text{Überwachter Strom} = \frac{\text{gemessener Strom} \cdot \text{sekundäre Heizspannung}}{\text{gemessene Spannung}}$$
Damit ist eine genauere Überwachung z.B. bei parallelgeschalteten Heizungen möglich.
- Die Überwachung und ggf. eine Fehlermeldung erfolgt bezüglich zweier Zustände:
Keine Heizung ein und Strom fließt → Fehler: **Heizstrom nicht aus**
Heizung ein und Strom zu gering → Fehler: **Heizstrom zu klein**
- **Heizstrom zu klein** wird dann gemeldet, wenn bei nicht aktiver Heizspannungskompensation der Heizstrom-Nennwert mehr als 20 % unterschritten wird, bzw. bei aktiver Heizspannungskompensation der Heizstrom-Nennwert mehr als 5 % unterschritten wird.

2.5.4 Verhalten bei Fühlerfehler

Bei Fühlerbruch bzw. bei Verpolung des Thermoelementes / Kurzschluss des Pt100 wird das Bit **Fühlerbruch** bzw. das Bit **Verpolung** des **Kanalfehlerstatus** gesetzt.

Die Reglerausgänge verhalten sich folgendermaßen:

- bei **Reglertyp** gleich *Aus*, *Messen* und *Steller* gibt es keine Fehlerreaktionen.
- bei **Reglertyp** gleich *Grenzsignalgeber*, *PDPI-Schrittregler* (Reglertyp = 5) oder *Proportionalglied* wird im Automatikbetrieb der **Fühlerfehler-Stellgrad** ausgegeben.
- bei **Reglertyp** gleich *PDPI-Regler* (=4) hängt das Verhalten vom eingestellten **Fühlerfehler-Stellgrad** ab:
 - **Fühlerfehler-Stellgrad** = 0% oder minimaler (-100%) oder maximaler (100%) Stellgrad:
Fühlerfehler-Stellgrad wird ausgegeben.
 - **Fühlerfehler-Stellgrad** = anderer Wert:
Wenn der Regelkreis eingeschwungen ist, wird ein „plausibler“ Stellgrad ausgegeben, der die Temperatur möglichst auf dem Sollwert halten soll.
Wenn der Regelkreis noch nicht eingeschwungen ist (beim Anfahren, nach Reset), wird der Fühlerfehler-Stellgrad ausgegeben.
Wenn der Regler als Heißkanalregler konfiguriert ist, wird der „plausible“ Stellgrad gemittelt, damit die Schwankungen durch den Spritzzyklus ausgemittelt werden.

2.5.5 Überwachung der binären Ausgänge

Alle binären Ausgänge, die nicht als Eingang konfiguriert sind, werden auf Kurzschluss und fehlerhafte Ansteuerung überwacht. Es existieren 2-mal 20 Bits im **Ausgangsfehler**, die gesetzt werden, wenn entweder der Ausgang aktiv ist und kein Signal an der Klemme ansteht (Kurzschluss), oder wenn der Ausgang inaktiv ist und ein Signal an der Klemme ansteht, d.h. der Ausgang durch einen Fehler in der Verdrahtung etc. angesteuert wird.

2.5.6 Gerätefehler

Im **Gerätefehlerstatus** werden entsprechende Bits gesetzt, wenn:

- die Messwerterfassung defekt ist,
- ein Merkmalsfehler erkannt wurde,
- ein Fehler im Parameterspeicher entdeckt wurde, oder
- bei der Ausgangsüberwachung ein Fehler aufgetreten ist.

Falls eines dieser Bits gesetzt ist, leuchtet auch die **Error-LED** an der Gehäusefront.

Weiter werden entsprechende Bits gesetzt, wenn:

- die Eingänge der Heizstromüberwachung übersteuert sind, oder
- die Vergleichsstelle unterbrochen oder kurzgeschlossen ist.

2.5.7 Ausgabe von kanalspezifischen Alarmen

Für jeden Kanal gibt es eine **Kanalfehlermaske**, mit der aus dem **Kanalfehlerstatus** die Fehler ausgewählt werden, die auf einen Binärausgang ausgegeben werden sollen. (Details zu den Fehlerbits siehe Kapitel 7.4.6 auf Seite 59).

Für die Ausgabe wird die **Ausgangskonfiguration** des gewünschten Ausgangs folgendermaßen eingestellt:

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|---------|---------------------------------|
| 0 | 0 | Konfiguration als Ausgang |
| 1 | 1 | Einzelkanal |
| 2 ... 4 | 0 ... 7 | Kanalnummer |
| 5 | 0 | — |
| 6 | 0 / 1 | Arbeitstrom / Ruhestrom |
| 7 | 1 | Konfiguration als Alarm-Ausgang |

2.5.8 Ausgabe von Sammelalarmen bzw. Selbstoptimierung aktiv

Es können acht **Sammelfehlermasken** programmiert werden, mit denen aus dem Sammelfehler diejenigen ausgewählt werden, die auf einen Binärausgang ausgegeben werden sollen. (Details zu den Fehlerbits siehe Kapitel 7.4.7 auf Seite 59).

Für die Ausgabe der Sammelalarme bzw. des Zustands, dass die Selbstoptimierung irgendeines Kanals noch aktiv oder fehlerhaft ist, wird die **Ausgangskonfiguration** des gewünschten Ausgangs folgendermaßen eingestellt:

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|--------------|---|
| 0 | 0 | Konfiguration als Ausgang |
| 1 | 0 | Sammelfehler |
| 2 ... 6 | 1 ... 8 9 | Sammelfehler 0 ... 7, Adaption läuft oder Adoptions-Fehler |
| 7 | 0 / 1 | Arbeitstrom / Ruhestrom |

2.5.9 Löschen von Fehlerbits

Von den Fehlerbits im **Kanalfehlerstatus** und im **Gerätefehlerstatus** müssen einige quittiert werden, da sie vom R6000 (außer bei Reset) nie gelöscht werden. Dies kann durch Überschreiben der Fehlerstatuswörter über die Schnittstelle erfolgen, wie im Kapitel 7.4.3 beschrieben.

Folgende Bits im **Kanalfehlerstatus** können auch über einen Binäreingang gelöscht werden, in dem die Funktionswahl bei der Steuerung der Reglerfunktion (vergl. Kap. 2.3) auf *Fehler löschen* gesetzt wird:

- Grenzwertfehler bei Alarmspeicherung
- Heizkreis-Fehler
- Fehler beim Start der Adaption
- Fehler bei Adaption

Dabei werden neu aufgetretene Fehler nicht unterdrückt.

Das Signal am Binäreingang muss mindestens 100 ms lang anliegen.

2.6 Übersicht über Alarne

Ausführliche Funktionsbeschreibung siehe angegebene Kapitel, Schnittstellenbeschreibung in Kapitel 7.4.3

2.6.1 Kanalspezifische Alarne

Diese Alarne sind im Kanalfehlerstatuswort pro Kanal zusammengefasst.

| Bit-Nr. | Bedeutung | Ursache | Maßnahme | Bemerkung |
|---------|--|--|---|------------------|
| 0 | Fühlerbruch | Leitungsunterbrechung | | |
| 1 | Verpolung | Thermoelement verpolt oder Pt100 falsch angeschlossen | Verdrahtung und Fühler überprüfen | siehe Kap. 2.5.4 |
| 2 | 2. oberer Grenzwert überschritten | Temperatur zu hoch | | |
| 3 | 1. oberer Grenzwert überschritten | | Stellglieder überprüfen | siehe Kap. 2.5.1 |
| 4 | 1. unterer Grenzwert unterschritten | Temperatur zu niedrig | Bei Alarmspeicherung Alarm quittieren | |
| 5 | 2. unterer Grenzwert unterschritten | | | |
| 6 | Parameter unzulässig | Gesendeter Parameterwert außerhalb seiner Grenzen. Wert wurde nicht angenommen | Sinnvollen Parameterwert senden Alarm quittieren | |
| 7 | Heizstrom nicht aus bei abgeschaltetem Stellsignal | Stellglied kurzgeschlossen | | |
| 8 | Heizstrom zu klein bei aktivem Stellsignal | Stellglied / Sicherung unterbrochen | Stellglied / Heizstromkreis überprüfen | siehe Kap. 2.5.3 |
| 9 | Heizkreis-Fehler | Fühler misst nicht richtig Heizstromkreis unterbrochen | Fühler / Stellglied / Heizstromkreis überprüfen Alarm quittieren | siehe Kap. 2.5.2 |
| 10 | Fehler bei Start der Adaption | Regler falsch konfiguriert Regler nicht adaptierbar | Regler korrekt konfigurieren | |
| 11 | Fehler bei Adaption und Abbruch | Fühlerfehler aufgetreten Konfiguration während der Adaption geändert | Alarm quittieren | siehe Kap. 2.4.1 |

2.6.2 Gerätespezifische Alarne

Diese Alarne sind im Gerätfehlerstatuswort zusammengefasst.

| Bit-Nr. | Bedeutung | Ursache | Maßnahme | Bemerkung |
|---------|--------------------------------|---|---|--|
| 0 | Analogteilfehler | Gerät defekt | Reparatur | Error-LED leuchtet |
| 1 | Übersteuerung Heizstrom 1 | | | |
| 2 | Übersteuerung Heizstrom 2 | Sekundärer Heizstrom größer 1,2 A Fremdspannung | Anderen Wandler verwenden Wandler muss sekundär potentialfrei sein | |
| 3 | Übersteuerung Heizstrom 3 | | | |
| 4 | Übersteuerung Heizspannung | Sekundäre Heizspannung größer 60 V Fremdspannung | Anderen Wandler verwenden Wandler muss sekundär potentialfrei sein | |
| 5 | Ungültige Merkmals-kombination | Gerät defekt | Reparatur | Error-LED leuchtet |
| 6 | Vergleichsstellen-Fehler | Verdrahtung der abgesetzten Vergleichsstelle unterbrochen oder kurzgeschlossen Vergleichsstelle defekt | Verdrahtung überprüfen Vergleichsstelle ersetzen | |
| 7 | EEPROM-Fehler | Unplausible Parameterwerte im Speicher Parameterspeicher defekt | Standardwerkseinstellung auslösen und Parameter neu eingeben Alarm quittieren Reparatur | Error-LED leuchtet siehe Kap. 2.9.1 |
| 8 | Sammel-Ausgangsfehler | Inaktiver Ausgang hat High-Signal (> 14 V) oder aktiver Ausgang hat Low-Signal (< 7 V) Defekt des Ausgangs | Verdrahtungsfehler oder Kurzschluss beheben Reparatur | Error-LED leuchtet |
| 9 | Mappingfehler | Fühler und Heizung gehören zu unterschiedlichen Kanälen | Verdrahtung oder Konfiguration anpassen Alarm quittieren | siehe Kap. 2.8.1 |

2.7 Einlesen freier Binäreingänge

Binäre Ein- / Ausgänge, die von den Regel- und Überwachungsfunktionen nicht benötigt werden, können als Meldeeingänge konfiguriert werden, so dass die übergeordnete Steuerung bis zu acht Zustände pro R6000 erfassen kann. Die Abtastung erfolgt einmal pro 10 ms für alle Eingänge.

Die **Ausgangskonfiguration** des gewünschten Ausgangs wird folgendermaßen eingestellt:

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|----------|-------------------------------------|
| 0 | 1 | Konfiguration als Eingang |
| 1 | 0 | Gruppensteuerung |
| 2, 3 | 0 | Meldeeingang |
| 4 ... 7 | 8 ... 15 | Bit-Nr. 0 ... 7 im Meldewort |

Das **Meldewort** kann als **Regler-Status** (PI = 24h) vom Kanal 9 abgefragt werden.

2.8 Gerätesteuerung

Mit dem Parameter **Dimension Regelgröße / Gerätesteuerung** (PI = 32h) werden Vorgänge angestoßen, die den gesamten R6000 betreffen (vergleiche auch Kapitel 2.9.1 auf Seite 23 „Laden und Speichern von Parametersätzen“).

Dabei unterscheidet sich der Schreib- vom Lesevorgang:

Geschrieben wird ein alle 8 Bit umfassendes Codewort, das den Vorgang startet und evtl. stoppt.

In den gelesenen 8 Bit ist die Information über den laufenden Vorgang in den oberen 4 Bit enthalten, während die unteren 4 Bit Parameter enthalten (Bit 0 = Dimension Regelgröße).

| Schreiben | | Lesen | | Bedeutung |
|------------|------|------------|------|--|
| Bit-Nummer | Code | Bit-Nummer | Wert | |
| 0 ... 7 | AAh | 4 ... 7 | Ah | Überprüfung Zuordnung Fühler/Heizung starten / läuft |
| | AAh | | 0h | stoppen / beendet |

2.8.1 Überprüfung der Zuordnung von Fühler und Heizung (Mapping)

Diese Funktion dient zur Überprüfung der richtigen Verdrahtung der Heizung bzw. der Fühler.

Eine evtl. vorhandene Kühlung wird dabei nicht berücksichtigt, da diese Funktion typischerweise vor dem ersten Hochheizen aktiviert wird und die Zonen deshalb kalt sind.

Bitte beachten:

Diese Funktion ist eine Testhilfe und kann Schäden durch Überhitzung aufgrund falscher Verdrahtung nicht verhindern.
Eine unabhängige Überwachung der tatsächlichen Temperaturen ist u.U. notwendig.

Vorbereitung:

- Bei den Regelkreisen, die überprüft werden sollen, muss der **Reglertyp** auf *PDPI-Regler* eingestellt werden. Bei anders eingestellten Kanälen wird die Zuordnung nicht geprüft.
- Die Zeitdauer der Überprüfung der einzelnen Kanäle ist abhängig vom Parameter **Verzugszeit**. Falls bereits eine Optimierung der Regelparameter erfolgt ist, braucht der Wert für die Verzugszeit nicht geändert werden, weil dann der Wert schon optimal ist. Andernfalls sollte etwa die Zeit eingestellt werden, in der die Temperatur dieser Zone nach Einschalten der Heizung um einige Grad ansteigt.
- Aus der Verzugszeit wird für jeden Kanal eine **Prüfzeit** berechnet. Sie ist das Doppelte der **Verzugszeit**, jedoch mindestens 10 Sekunden und höchstens 5 Minuten.
- Achtung!**
Falls die Prüfzeit zu groß ist, kann es zur Überhitzung der Heizung kommen, wenn kein Fühler zugeordnet werden kann.
Dies ist z.B. dann der Fall, wenn der Fühler kurzgeschlossen ist, oder an einem anderen Gerät angeschlossen ist.

Ablauf:

- Die Überprüfung der Zuordnung von Fühler und Heizung kann von jedem Zustand aus gestartet werden, indem der Code AAh zum Parameter **Dimension Regelgröße / Gerätesteuerung** gesendet wird.
- In der ersten Phase (Beruhigungsphase) erfolgt der Test, ob die Temperaturen nicht steigen, wenn alle Ausgänge der zu überprüfenden Kanäle inaktiv sind. Die Beruhigungsphase dauert solange wie der Maximalwert der Prüfzeiten ist.
- In der zweiten Phase wird die Überprüfung der Zuordnung für die Kanäle einzeln und nacheinander durchgeführt. Dazu wird die Heizung des gerade zu überprüfenden Kanals eingeschaltet und alle Temperatur-Messwerte beobachtet, wo sich eine Änderung von mehr als 5 Grad ergibt. Eine Stellgradbegrenzung bzw. die Anfahrschaltung wird berücksichtigt.
- Spätestens nach der Prüfzeit wird die Heizung wieder ausgeschaltet und zum nächsten Kanal übergegangen.
- Falls kein Fehler erkannt wurde, nimmt der R6000 nach Abschluss der Überprüfung seinen eingestellten Betrieb wieder auf.
- Falls ein Fehler erkannt wurde, ist das Bit **Mapping-Fehler** im **Gerätefehlerstatus** gesetzt und alle Heizen- und Kühlen-Ausgänge aller Kanäle bleiben ausgeschaltet, bis das Mapping-Fehler-Bit quittiert wird.

Abbruch:

- Die Überprüfung kann jederzeit abgebrochen werden, indem der Code AAh zum Parameter **Dimension Regelgröße / Gerätesteuerung** gesendet wird.
- Die Überprüfung wird vorzeitig beendet und das Bit **Mapping-Fehler** im Gerätfehlerstatus wird gesetzt, wenn der Temperatur-Messwert irgendeines Kanals unerwartet stark ansteigt. Die Schwelle dabei ist während der Beruhigungsphase 20 Grad und während der zweiten Phase 50 Grad.
- Das Gleiche gilt, wenn aufgrund eines verpolten Fühlers der Messbereich nach unten verlassen wird und das Bit **Verpolung** im **Kanalfehlerstatus** gesetzt ist.

Auswertung:

- Die **Mappingadresse** im **Reglerstatus** gibt die Adresse des Fühlers an, der auf die Heizung reagiert hat. Die Mappingadresse ist nur dann gültig, wenn das Bit **Mapping fertig** im **Reglerstatus** gesetzt ist. (Vergl. Kapitel 7.4.5 auf Seite 58)

Das Bit **Mapping-Fehler** im **Gerätfehlerstatus** ist in folgenden Fehlerfällen gesetzt:

- Die Mappingadresse stimmt nicht mit der Kanalnummer überein.
Ursache: Fühler bzw. Heizung vertauscht oder sehr starke thermische Verkopplung.
- Ist das Bit **Mapping fertig** im **Reglerstatus** nicht gesetzt, obwohl der Kanal überprüft wurde, so konnte keine Temperaturänderung vor dem Ende der Prüfzeit erkannt werden.
Ursache: Die Prüfzeit war zu kurz, d.h. die Verzugszeit ist zu klein eingestellt oder die Heizung ist nicht aktiv oder Fühler ist kurgeschlossen oder Fühler bzw. Heizung an einem anderen Gerät angeschlossen.
- Wurde eine negative Temperaturänderung erkannt, so ist das Bit **Verpolung** im **Kanalfehlerstatus** des Kanals mit der negativen Temperaturänderung gesetzt.
Ursache: Fühler verpolt.
- Wurde die Überprüfung vorzeitig beendet, weil ein unerwarteter Temperaturanstieg erfolgte, so ist das Bit **Führerbruch** im **Kanalfehlerstatus** des Kanals mit dem Temperaturanstieg gesetzt.
Ursache: Fühler gehört zu einem anderen Gerät oder Heizung wird von einem anderen Gerät angesteuert oder es besteht eine starke thermische Kopplung zu einer Heizung eines anderen Geräts.
- Die Bits **Führerbruch** bzw. **Verpolung** bleiben so lange gesetzt, bis der Mappingfehler quittiert wird.

2.9 Parametrieren

2.9.1 Parametersätze

Im R6000 gibt es drei Parametersätze im nichtflüchtigen Speicher.

Mit dem aktuellen Parametersatz arbeitet das Gerät, Änderungen einzelner Parameter betreffen nur diesen.

Die zwei Parametersätze im Hintergrund können mit dem aktuellen überschrieben werden und auch wieder in den aktuellen geladen werden. Damit ist eine einfache Umschaltung zwischen zwei Anwendungen möglich, oder Zwischenstände während Testphasen können gesichert werden.

Der Parametersatz der Standardwerkseinstellung ist in der Firmware hinterlegt, so dass der aktuelle Parametersatz jederzeit vom Auslieferzustand des R6000 überschrieben werden kann.

Mit dem Parameter **Dimension Regelgröße / Gerätesteuerung** wird das Umkopieren gesteuert.

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung | Bemerkung |
|------------|---------------------------------|---|------------------|
| 0 ... 7 | 0Fh 1Eh 1Fh 2Eh 2Fh | Standardwerkseinstellung in aktuellen Parametersatz laden Aktuellen Parametersatz in Parametersatz 1 speichern Parametersatz 1 in aktuellen Parametersatz laden Aktuellen Parametersatz in Parametersatz 2 speichern Parametersatz 2 in aktuellen Parametersatz laden | nicht rücklesbar |

Der Umspeichervorgang betrifft alle Parameter und Konfigurationen, die in der Tabelle im Kapitel 2.9.2 auf Seite 24 aufgeführt sind, mit Ausnahme des Handstellgrades (PI = 28h) und der Schnittstellenkonfiguration (PI = A0h).

2.9.2 Übersicht aller Parameter und Konfiguration

Die vollständige Liste aller Parameterindizes (PI) ist im Kapitel 7.1 auf Seite 54 zu finden.

| PI | Parameterbezeichnung | Einheit | Format | Einstellbereich | Standard | Bemerkung |
|---|---|------------|----------|---|---------------------------|--|
| Temperaturparameter | | | | | | |
| 00h | Sollwert | 0,1° | ± 15 Bit | minimaler ... maximaler Sollwert | 0,0 °C | |
| 01h | Erster oberer Grenzwert | 0,1° | ± 15 Bit | 0,0 ° = off, -MbU ... +MbU *) | 0,0 ° | Bei Grenzwert relativ |
| | | | | 0,0 ° = off, -MbU ... +MbU | | Bei GW absolut und Differenzregler |
| | | | | 0,0 °C bzw. 32,0 °F = off, MbA ... MbE | | Bei GW absolut und Absolutwertregler |
| 02h | Erster unterer Grenzwert | 0,1° | ± 15 Bit | Wie erster oberer Grenzwert | 0,0 ° | |
| 03h | Tauschsollwert | 0,1° | ± 15 Bit | Wie Sollwert | 0,0 °C | |
| 04h | Zweiter oberer Grenzwert | 0,1° | ± 15 Bit | Wie erster oberer Grenzwert | 0,0 ° | |
| 05h | Zweiter unterer Grenzwert | 0,1° | ± 15 Bit | Wie erster oberer Grenzwert | 0,0 ° | |
| 06h | Minimaler Sollwert | 0,1° | ± 15 Bit | MbA ... maximaler Sollwert *) | 0,0 °C | Bei Absolutwertregler |
| | | | | -MbU ... maximaler Sollwert | | Bei Differenzregler |
| 07h | Maximaler Sollwert | 0,1° | ± 15 Bit | Minimaler Sollwert ... MbE *) | 900,0 °C | Bei Absolutwertregler |
| | | | | Minimaler Sollwert ... MbU | | Bei Differenzregler |
| 0Ah | Anfahr-Sollwert | 0,1° | ± 15 Bit | Wie Sollwert | 0,0 °C | |
| 0Bh | Verweildauer | 0,1 s | ± 15 Bit | 0,0 ... 3000,0 s | 0,0 s | Siehe Kapitel 2.2.7 auf Seite 11 |
| 0Ch | Istwert-Korrektur | 0,1° | ± 15 Bit | -MbU ... +MbU *) | 0,0 ° | Siehe Kapitel 2.2.11 auf Seite 11 |
| 0Dh | Istwert-Faktor | % / 0,1° | ± 15 Bit | 10,0 ... 1800,0 % / °C | 100,0 % | und Kapitel 2.2.12 auf Seite 12 |
| 0Eh | Sollwertrampe aufwärts | 0,1° / min | ± 15 Bit | 0,0 ° = aus, 0,1 ° ... MbU *) | 0,0 | Siehe Kapitel 2.2.6 auf Seite 10 |
| 0Fh | Sollwertrampe abwärts | 0,1° / min | ± 15 Bit | 0,0 ° = aus, 0,1 ° ... MbU *) | 0,0 | Siehe Kapitel 2.2.6 auf Seite 10 |
| Regelparameter | | | | | | |
| 10h | Proportionalband Heizen | 0,1° | ± 15 Bit | 0,0 ° ... MbU *) | 50,0 ° | |
| 11h | Proportionalband Kühlen | 0,1° | ± 15 Bit | 0,0 ° ... MbU *) | 50,0 ° | Siehe Kapitel 2.4 auf Seite 15 |
| 12h | Totzone | 0,1° | ± 15 Bit | 0,0 ° ... MbU *) | 0,0 ° | Nicht für 2-Punkt-Regler |
| 14h | Strecken-Verzugszeit | 0,1 s | ± 15 Bit | 0,0 ... 3000,0 s | 50,0 s | Siehe Kapitel 2.4 auf Seite 15 |
| 15h | Stellzykluszeit | 0,1 s | ± 15 Bit | 0,1 ... 300,0 s | 1,0 s | |
| 16h | Steller-Stellgrad | % | ± 7 Bit | Min. ... max. Stellgrad | 0 % | |
| 17h | Anfahr-Stellgrad | % | ± 7 Bit | Min. ... max. Stellgrad | 100 % | Siehe Kapitel 2.2.7 auf Seite 11 |
| 18h | Motor-Laufzeit | 0,1 s | ± 15 Bit | 1,0 ... 600,0 s | 60,0 s | Bei Schrittregler |
| 19h | Störgrößen-Stellgrad | % | ± 7 Bit | Min. ... max. Stellgrad | 0 % | Siehe Kapitel 2.2.9 auf Seite 11 |
| 1Ch | Minimaler Stellgrad | % | ± 7 Bit | -100 ... 0 % | -100 % | Nicht bei Schrittregler |
| 1Dh | Maximaler Stellgrad | % | ± 7 Bit | 0 ... +100 % | 100 % | Nicht bei Schrittregler |
| 1Eh | Fühlerfehler-Stellgrad | % | ± 7 Bit | Min. ... max. Stellgrad | 0 % | Siehe Kapitel 2.5.4 auf Seite 19 |
| 1Fh | Schalthysterese | 0,1° | ± 15 Bit | 0,0 ° ... MbU *) | 4,0 ° | Für Grenzwert-Überwachung und Grenzsignalgeber |
| Steueranweisungen (weitere PI in Kapitel 7.4 auf Seite 56) | | | | | | |
| 20h | Reglerfunktion | Bit | 8 Bit | Siehe Kapitel 7.4.2 auf Seite 56 | 0 = aus | |
| 22h | Reglerkonfiguration | Bit | 16 Bit | Siehe Kapitel 7.4.4 auf Seite 58 | 1 = PDPI | |
| 28h | Handstellgrad | % | ± 7 Bit | Min. ... max. Stellgrad | 0 % | Nur bei Handbetrieb |
| 29h | Kanalfehlermaske | Bit | 16 Bit | Siehe Kapitel 7.4.6 auf Seite 59 | 0 = keine | Siehe Kapitel 2.5.7 auf Seite 20 |
| 2Ah | Sammelfehlermaske | Bit | 16 Bit | Siehe Kapitel 7.4.7 auf Seite 59 | 0 = keine | Siehe Kapitel 2.5.8 auf Seite 20 |
| Gerätespezifikation (weitere PI in Kapitel 7.5 auf Seite 60) | | | | | | |
| 32h | Dimension Regelgröße Gerätesteuerung | Bit | 8 Bit | °C / °F Siehe Kapitel 7.5.3 auf Seite 60 | 0 = °C | Siehe Kapitel 2.9.1 auf Seite 23 |
| 33h | Fühlertyp | — | 8 Bit | Siehe Kapitel 7.5.2 auf Seite 60 | 0 = Typ J | Siehe Kapitel 2.1.1 auf Seite 6 |
| 36h | Grenzwertkonfiguration | Bit | 8 Bit | Siehe Kapitel 7.5.4 auf Seite 60 | 0 = keine | Siehe Kapitel 2.5.1 auf Seite 18 |
| 37h | Ausgangskonfiguration | Bit | 8 Bit | Siehe Kapitel 7.5.5 auf Seite 61 | 8-Kanal 3-Punkt | |
| Heizstromüberwachung | | | | | | |
| 60h | Heizstrom-Nennwert | 0,1 A | ± 15 Bit | 0,0 = aus, 0,1 ... 3000,0 A | 0 = aus | |
| 64h | Summenstromwandler-Verhältnis | 0,1 A | ± 15 Bit | 0,0 ... 1000,0 A | 100,0 A | Siehe Kapitel 2.5.3 auf Seite 19 |
| 69h | Sekundäre Heizspannung | 0,1 V | ± 15 Bit | 0,0 = aus, 10,0 ... 50,0 V | 0 = aus | |
| Schnittstellen | | | | | | |
| A0h | Schnittstellenkonfiguration | Bit | 8 Bit | Siehe Kapitel 7.7.2 auf Seite 62 | 2 = 19,2 kB even P. | |
| A1h | CAN-Baudrate | Bit | 8 Bit | Siehe Kapitel 7.7.3 auf Seite 62 | 4 = 125 kB | |

*) MbA = Messbereichs-Anfang, MbE = Messbereichs-Ende, MbU = Messbereichs-Umfang

3 RS-232- / RS-485-Schnittstelle, Protokoll nach EN 60870

3.1 Allgemeines

Der Schnittstellenanschluss ist in separater Installationsanleitung 3-349-163-29 beschrieben.

3.1.1 Schnittstellendaten

Der Regler ist mit einer seriellen Schnittstelle mit folgenden Daten ausgerüstet:

- Pegelarten RS-232 und RS-485, (2-Draht)
- Baudrate 4800, 9600, 19200 bd, (einstellbar über Schnittstelle)
- Zeichenformat 8 Datenbit, 1 Paritätsbit, 1 Stopbit
- Parität even, odd, space, none, (einstellbar über Schnittstelle)

Die Einstellung der Teilnehmeradresse (0 ... 254) für RS-485-Busbetrieb erfolgt über einen frontseitigen DIP-Schalter. Eine Änderung der Teilnehmeradresse wird erst nach Neueinschalten des Gerätes wirksam.

3.1.2 Kommunikationsprotokoll

Verwendet wird das Übertragungsprotokoll nach EN 60870 zur Kommunikation zwischen Feldleit-Ebene und Geräte-Ebene. Im R6000 wird nur eine Untermenge der darin definierten Funktionen benutzt.

3.1.3 Prinzipielle Funktion

Es handelt sich um ein Master / Slave-Protokoll mit einem fest zugeordnetem Master (Leitrechner) und bis zu 255 Slaves (Geräte). Die Kommunikation erfolgt im Halbduplexbetrieb, d.h. ein an den Leitrechner angeschlossenes Gerät wird nur dann aktiv (antwortet), wenn

- es ein an sich adressiertes, gültiges Telegramm empfängt
- die spezifizierte minimale Antwort-Verzugszeit abgelaufen (t_{av}) ist, um dem Leitrechner Zeit zu geben um empfangsbereit zu werden

Der Leitrechner darf danach erst dann wieder aktiv werden, wenn

- er ein gültiges Antwort-Telegramm vom angesprochenen Gerät erhält und die spezifizierte Wartezeit nach Ende eines Antwort-Telegramms (t_{aw}) abgelaufen ist
- die spezifizierte maximale Antwort-Verzugszeit (t_{av}) abgelaufen ist
- die spezifizierte Zeichen-Verzugszeit (t_{zvs} = Pause zwischen 2 Zeichenübertragungen) abgelaufen ist. Diese Wartezeit kommt auch beim Empfang von ungültigen und unvollständigen Antworten zum tragen!

3.1.4 Zeitverhalten

| | | |
|--|-----------|---------------|
| Sende / Empfangsbereitschaft nach Einschalten | t_{ber} | ca. 5 s |
| Zeichen-Verzugszeit (R6000-Sender) | t_{zvs} | < 3 ms |
| Zeichen-Verzugszeit (Master) | t_{zvm} | < 100 ms |
| Antwort-Verzugszeit (R6000-Sender) | t_{av} | 10 ... 100 ms |
| Anforderungs-Wartezeit nach R6000-Antwort (Master) | t_{aw} | > 10 ms |

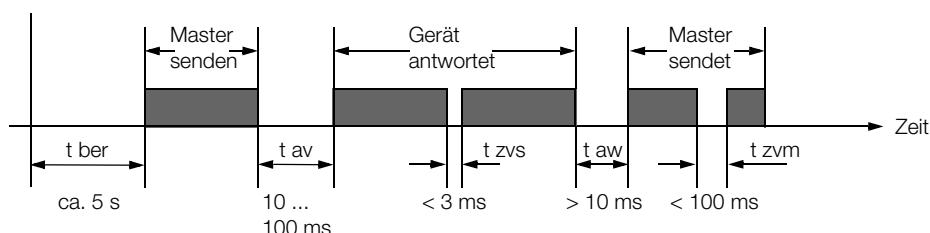


Bild 6 Prinzipielles Zeitverhalten

3.2 Telegramm-Arten und Aufbau

Alle Telegramme bestehen sowohl in Aufruf- als auch in Antwortrichtung aus einem von 3 Sätzen, die sich in ihrer prinzipiellen Struktur unterscheiden. Ihre Verwendung ist für jede verfügbare Schnittstellenfunktion für den R6000 festgelegt und wird nachfolgend beschrieben.

3.2.1 Kurzsatz

Kurzsätze werden verwendet

aufrufseitig

- zur Übermittlung von Kurzbefehlen an die Geräte (z.B. „Reset“, ...)
 - zum verkürzten Abruf wichtiger Daten von den Geräten (z.B. Ereignisdaten, ...)
- antwortseitig**
- zur Quittierung bei Aufrufen, die keine Antwort-Daten erfordern.

Prinzipieller Aufbau Kurzsatz

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung | Bemerkung |
|-------------|--------|-----------------------|----------------------------------|
| 1 | 10h | Startzeichen (SZK) | |
| 2 | | Funktionsfeld (FF) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 3 | | Geräteadresse (GA) | DIP-Schalter an der Gehäusefront |
| 4 | | Prüfsumme (PS) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 5 | 16h | Endzeichen (EZ) | |

3.2.2 Steuersatz

Steuersätze werden beim R6000 nur aufrufseitig verwendet. Sie dienen zum Abruf aller Gerätedaten, die nicht über Kurzsatz abgerufen werden können, weil für sie eine ausführlichere Spezifikation notwendig ist.

Prinzipieller Aufbau Steuersatz

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung | Bemerkung |
|-------------|--------|--------------------------------------|--|
| 1 | 68h | Startzeichen (SZ1) | |
| 2 | | Länge (L1) | Anzahl der Zeichen von Funktionsfeld bis ausschließlich Prüfsumme |
| 3 | | Länge (Wiederholung) (L2) | |
| 4 | 68h | Startzeichen (Wiederholung) (SZ2) | |
| 5 | | Funktionsfeld (FF) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 6 | | Geräteadresse (GA) | DIP-Schalter an der Gehäusefront |
| 7 | | Parameterindex (PI) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 8 | | Von Kanal (vK) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 9 | | Bis Kanal (bK) | Bei einigen Parameterindizes aus der Hauptgruppe 3 entfallen diese Zeichen |
| 10 | 00h | Rezeptur-Nummer (RN) | |
| 8 oder 11 | | Prüfsumme (PS) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 9 oder 12 | 16h | Endzeichen (EZ) | |

3.2.3 Langsatz

Langsätze werden beim R6000 verwendet:

- zur Übergabe von Kommandos und Parametern an das Gerät
- zur Übernahme von Daten und Parametern vom Gerät

Prinzipieller Aufbau Langsatz

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung | Bemerkung |
|-------------|-------------------------|--|--|
| 1 | 68h | Startzeichen (SZ1) | |
| 2 | | Länge ohne SZ1, L1, L2, SZ2, PS, EZ (L1) | Anzahl der Zeichen von Funktionsfeld bis ausschließlich Prüfsumme |
| 3 | | Länge (Wiederholung) (L2) | |
| 4 | 68h | Startzeichen (Wiederholung) (SZ2) | |
| 5 | | Funktionsfeld (FF) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 6 | | Geräteadresse (GA) | DIP-Schalter an der Gehäusefront |
| 7 | | Parameterindex (PI) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 8 | | Von Kanal (vK) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| 9 | | Bis Kanal (bK) | Bei einigen Parameterindizes aus der Hauptgruppe 3 entfallen diese Zeichen |
| 10 | 00h | Rezeptur-Nummer (RN) | |
| | n Zeichen Anwenderdaten | | |
| L1 + 5 | | Prüfsumme (PS) | Siehe Kapitel 3.2.4 auf Seite 27 |
| L1 + 6 | 16h | Endzeichen (EZ) | |

3.2.4 Funktion und Wertebereich der Format-Zeichen

Geräteadresse (GA)

- 0 ... 254 Bereich für individuelle Geräteadressen, mittels DIP-Schalter binär an der Gehäusefront einzustellen.
- 255 unter dieser Adresse können alle an einem Bus angeschlossenen Geräte gleichzeitig angesprochen werden. Die mit dieser Adresse übergebenen Daten und Befehle werden von allen Geräten übernommen, es erfolgt keine Quittierung an den Master.

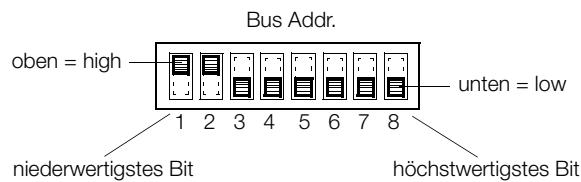


Bild 7 Beispiel Bus-Adresse = 3

Länge (L1, L2)

Die Längenangaben L1 = L2 beziehen sich auf die Anzahl der Zeichen von Funktionsfeld (FF) bis ausschließlich Prüfsumme (PS) und werden nur bei Steuer- und Langsätzen gebraucht. L1, L2 sind abhängig von der Verwendung von vK, bK, RN und der Anzahl (n) der Anwenderdatenzeichen.

Abhängig davon haben L1 und L2 bei

- Steuersätzen den Wert 3 oder 6
- Langsätzen den Wert n + 3 oder n + 6

Funktionsfeld (FF)

Das Funktionsfeld beinhaltet

- beim Kurzsatz die eigentliche Anwenderinformation, seine Funktion ist bitweise vordefiniert und in Aufruf- bzw. Antwortrichtung verschieden.
- beim Steuer- und Langsatz die Richtungs- und Steuerinformationen für die übertragenen Anwenderdaten.

Funktionscodierung des Funktionsfeldes in Aufruf-Richtung

| Aufruf-Kontrolle | Code | Satz | Bemerkung |
|------------------------------|------|----------|---|
| Verbindungsschicht normieren | 40h | Kurzsatz | Nur die angegebenen Codes werden vom R6000 ausgewertet; ungültige werden mit einer Fehlerquittierung beantwortet. |
| Gerät zurücksetzen | 44h | | |
| Abfrage „Gerät o.k.“ | 49h | | |
| Ereignisdaten anfordern | 7Ah | | |
| Zyklusdaten anfordern | 7Bh | | |
| Daten an R6000 senden | 73h | | |
| Daten vom R6000 anfordern | 7Bh | Langsatz | |

Funktionscodierung des Funktionsfeldes in Antwort-Richtung

| Bit-Nr. | Funktion | Wert | Bedeutung | |
|---------|--------------------|------|---|----------|
| 0 ... 3 | Antwort | 0 | ACK: positive Quittung | Kurzsatz |
| | | 1 | NACK: negative Quittung; Nachricht nicht angenommen | |
| | | B | Antwort auf „Gerät o.k.““ | |
| 4 | Auftrags-Quittung | 8 | Senden von Daten | Langsatz |
| | | 0 | Auftrag ausgeführt; Gerät bereit | |
| 5 | Bedien-Anforderung | 1 | Gerät nicht bereit für diesen Auftrag; Auftrag ggf. wiederholen | |
| | | 0 | Kein Fehler aufgetreten | |
| 6 | Richtungs-Bit | 1 | Fehler aufgetreten (Ereignisdaten abfragen) | |
| | | 0 | | |
| 7 | — | 0 | | |

Parameterindex (PI)

Über den Parameterindex wird die Art der zu übertragenden Daten festgelegt. Das Zeichen „PI“ wird wie folgt interpretiert:

| Bit 7 ... 4 | Bit 3 ... 0 |
|---|---------------------------------------|
| 0 ... Fh | 0 ... Fh |
| Auswahlnummer für Parameter-Hauptgruppe | Auswahlnummer für spezielle Parameter |

In den Parameter-Hauptgruppen sind funktionell verwandte Daten bzw. Einstellparameter eines Gerätes zusammengefaßt. Im R6000 sind nur die in Kapitel 7 auf Seite 54 dokumentierten Parameterindizes ansprechbar, alle anderen werden mit einer Fehlermeldung quittiert.

Kanal- und Rezepturauswahl (vK, bK, RN)

Da es sich beim R6000 um ein mehrkanaliges Gerät handelt, werden in den Angaben

„von Kanal“ vK
„bis Kanal“ bK

festgelegt, welche Kanäle der angeforderten Werte übertragen werden sollen. Die Angabe vK = 0 und bK = 0 gibt an, dass alle Kanäle angefordert werden.

Mit der Rezepturnummer RN könnten Daten verschiedener Parametersätze angefordert werden. Im R6000 existiert nur die Rezeptur RN = 0.

Prüfsumme (PS)

Die Prüfsumme wird bei allen Satzarten durch byteweise Summation ohne Überlaufsummierung über alle Zeichen von Funktionsfeld (FF) bis ausschließlich Prüfsumme (PS) gebildet.

Beispiel: Kurzsatz: PS = FF + GA

Länge und Struktur des Anwender-Datenblocks

Die Länge und Struktur sind variabel und abhängig von PI, vK, bK.

Die übertragenen Werte können byte- oder wordstrukturiert sein, folgende Formate werden verwendet:

| | | |
|------------|--|---------------------|
| ± 7 Bit | 2er Komplement Darstellung | Zahl mit Vorzeichen |
| ± 15 Bit | LS-Byte zuerst, 2er Komplement Darstellung | Zahl mit Vorzeichen |
| 8 / 16 Bit | LS-Byte zuerst | Bitfeld |

3.2.5 Kriterien für die Gültigkeit eines Anforderungs-Telegramms

Bei Erfüllung antwortet der R6000 mit den angeforderten Daten:

- Keine Paritätsfehler im Anforderungs-Telegramm bzw. in den Antwort-Telegrammen anderer Busteilnehmer.
- Bei Kurzsatz:

| Zeichen | Inhalt | Bedeutung | Bemerkung |
|---------|---------------------------------|-----------|---|
| 1 | 10h | SZK | |
| 2 | 40h 44h 49h 7Ah 7Bh | FF | Gültige Funktionscodierung: Verbindungsschicht normieren Reset Gerät o.k.? Ereignis Zyklus |
| 3 | 0 ... 255 | GA | |
| 4 | (GA) + (FF) | PS | |
| 5 | 16h | EZ | |

- Bei Steuer- und Langsatz:

| Zeichen | Inhalt | Bedeutung | Bemerkung |
|-----------------|------------|-----------|------------------------------|
| 1 | 68h | SZ1 | |
| 2 | | L1 | |
| 3 | L1 | L2 | |
| 4 | 68h | SZ2 | |
| 5 | 73h 7Bh | FF | Schreiben Lesen |
| 6 | 0 ... 255 | GA | Schnittstellenadresse |
| 7 | | PI | Gültiger Wert |
| ... | | Daten | |
| L1 + 5. Zeichen | | PS | Summe von FF bis inkl. Daten |
| L1 + 6. Zeichen | 16h | EZ | |

Ausnahmen, keine Antwort bei:

- Reset-Kurzsatz
- GA = 255 (Rundrufadresse)

Werden vom Leitrechner falsche Werte für FF, PI oder PS empfangen, so antwortet der R6000 mit einem Kurzsatz mit negativer Quittierung NACK.

Ist im R6000 ein Fehler aufgetreten (irgend ein Bit gesetzt im Gerätefehler oder Kanalfehler), so antwortet der R6000 mit einem Kurzsatz mit gesetztem Bedienungsanforderungs-Bit.

3.3 Telegramminhalte

3.3.1 Gerät rücksetzen

Das angesprochene Gerät führt einen Hardware-Reset durch, wie bei kurzer Unterbrechung der Hilfsspannung.

Beispiel: Gerätadresse = 2

Aufruf (Kurzsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|-------------------------|
| 1 | 10h | SZK |
| 2 | 44h | FF (Gerät zurücksetzen) |
| 3 | 02h | GA |
| 4 | 46h | PS |
| 5 | 16h | EZ |

Antwort:

| |
|---------------------------------|
| Keine, da Reset ausgeführt wird |
|---------------------------------|

3.3.2 Abfrage: Gerät o.k.?

Das angesprochene Gerät liefert nur das Funktionsfeld.

Beispiel: Gerätadresse = 3

Aufruf (Kurzsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|------------------|
| 1 | 10h | SZK |
| 2 | 49h | FF (Gerät o.k.?) |
| 3 | 03h | GA |
| 4 | 4Ch | PS |
| 5 | 16h | EZ |

Antwort (Kurzsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|-----------------------------------|
| 1 | 10h | SZK |
| 2 | 0Bh | FF (z.B. kein Fehler aufgetreten) |
| 3 | 03h | GA |
| 4 | 0Eh | PS |
| 5 | 16h | EZ |

3.3.3 Zyklus-Daten

Sie enthalten die wichtigsten Mess- und Ausgabewerte des Reglers in einem Datenpaket. Zyklische Abfragen dieser Werte werden so in kompakter Form (Kurzsatz-Aufruf) möglich.

Beispiel: Gerätadresse 2

Aufruf (Kurzsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|-----------|
| 1 | 10h | SZ |
| 2 | 7Bh | FF |
| 3 | 02h | GA |
| 4 | 7Dh | PS |
| 5 | 16h | EZ |

Antwort (Langsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|--------|-----------|----------|--------|----------------------------------|
| 1 | 69h | SZ1 | | | |
| 2 | 2Ch | L1 | | | Zeichenzahl von Zeichen 5 ... 48 |
| 3 | 2Ch | L2 | | | |
| 4 | 68h | SZ2 | | | |
| 5 | 08h | FF | | | (z.B. kein Fehler) |
| 6 | 02h | GA | | | |
| 7, 8 | | 0,1 ° | ± 15 Bit | | Aktuelle Regelgröße Kanal 1 |
| ... | | 0,1 ° | ... | | ... |
| 21, 22 | | 0,1 ° | ± 15 Bit | | Aktuelle Regelgröße Kanal 8 |
| 23 | | % | ± 7 Bit | | Aktuelle Stellgröße Kanal 1 |
| ... | | % | ... | | ... |
| 30 | | % | ± 7 Bit | | Aktuelle Stellgröße Kanal 8 |
| 31, 32 | | 0,1 A | ± 15 Bit | | Aktueller Heizstrom Kanal 1 |
| ... | | 0,1 A | ... | | ... |
| 45, 46 | | 0,1 A | ± 15 Bit | | Aktueller Heizstrom Kanal 8 |
| 47, 48 | | 0,1 V | ± 15 Bit | | Aktuelle Heizspannung |
| 49 | | PS | | | |
| 50 | 16h | EZ | | | |

3.3.4 Ereignis-Daten

Die Ereignis-Daten enthalten alle Fehlermeldungen und Alarne des Gerätes. Sie können zur Identifizierung eines speziellen Fehlers oder Alarms per Kurzsatz abgerufen werden, z.B. wenn zuvor im Funktionsfeld (FF) eines beliebigen Antwort-Telegramms das BA-Bit (= Sammelfehler) gesetzt war.

Beispiel: Gerätadresse 5:

Aufruf (Kurzsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|-----------|
| 1 | 10h | SZ |
| 2 | 7Ah | FF |
| 3 | 05h | GA |
| 4 | 7Fh | PS |
| 5 | 16h | EZ |

Antwort (Langsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|--------|-----------|---------|--------|--|
| 1 | 68h | SZ1 | | | |
| 2 | 1Ah | L1 | | | Zeichenzahl von Zeichen 5 ... 30 |
| 3 | 1Ah | L2 | | | |
| 4 | 68h | SZ2 | | | |
| 5 | 28h | FF | | | (z.B. Bit 6 = 1 ein oder mehrere Fehler) |
| 6 | 05h | GA | | | |
| 7, 8 | | Bit | 16 Bit | | Fehlerstatus Kanal 1 |
| ... | | Bit | ... | ... | |
| 21, 22 | | Bit | 16 Bit | | Fehlerstatus Kanal 8 |
| 23, 24 | | Bit | 16 Bit | | Fehlerstatus Gerät |
| 25 | | Bit | 8 Bit | | Ausgangsfehler 1 |
| ... | | Bit | ... | ... | |
| 30 | | Bit | 8 Bit | | Ausgangsfehler 6 |
| 31 | | PS | | | |
| 32 | 16h | EZ | | | |

Die Bitbelegung der Fehlerstatusworte und der Ausgangsfehler ist in Kapitel 7.4.3 auf Seite 56 beschrieben.

3.3.5 Daten vom R6000 anfordern

Mit dieser Kommunikation können alle Werte, Parameter, Konfigurationen, Zustände, Gerätekennungen usw. abgefragt werden. Dabei werden die Daten einzeln per Parameterindex angesprochen. Die vollständige Liste über alle Parameterindizes ist im Kapitel 7 auf Seite 54 enthalten.

Anforderung einer Gerätespezifikation

Der Parameterindex liegt in der Hauptgruppe 3. Damit entfallen für einige Parameterindizes die Zeichen „von / bis Kanal“ und „Rezeptur-Nummer“ im Steuer- und Langsatz.

Beispiel: Gerätekennung von Geräte Nr. 33 lesen

Anforderung (Steuersatz ohne vK, bK, RN):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|--|
| 1 | 68h | SZ1 |
| 2 | 03h | L1 |
| 3 | 03h | L2 |
| 4 | 68h | SZ2 |
| 5 | 7Bh | FF (z.B. = 7Bh: Daten vom R6000 lesen) |
| 6 | 21h | GA (z.B. = 33) |
| 7 | 30h | PI (z.B. = 30h: Gerätekennung) |
| 8 | CCh | PS |
| 9 | 16h | EZ |

Antwort (Langsatz ohne vK, bK, RN):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|--|
| 1 | 68h | SZ1 |
| 2 | 04h | L1 |
| 3 | 04h | L2 |
| 4 | 68h | SZ2 |
| 5 | 08h | FF (z.B. = 08h: Kein Fehler aufgetreten) |
| 6 | 21h | GA (z.B. = 33) |
| 7 | 30h | PI (z.B. = 30h: Gerätekennung) |
| 8 | 60h | Gerätekennung = 60h = R6000 |
| 9 | B9h | PS |
| 10 | 16h | EZ |

Anforderung z.B. eines Regelparameters

Der Parameterindex ist nicht aus der Hauptgruppe 3, damit sind die Zeichen „von / bis Kanal“ und „Rezeptur-Nummer“ im Steuer- und Langsatz enthalten.

Beispiel: Fühlerfehler-Stellgrad von Gerät Nr. 33 Kanal 1 lesen, Wert = 20 %

Aufruf (Steuersatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|---|
| 1 | 68h | SZ1 |
| 2 | 06h | L1 |
| 3 | 06h | L2 |
| 4 | 68h | SZ2 |
| 5 | 7Bh | FF (z.B. = 7Bh: Lesen von R6000) |
| 6 | 21h | GA (z.B. = 33) |
| 7 | 1Eh | PI (z.B. = 1Eh: Stellgrad bei Fühlerfehler) |
| 8 | 01h | vK |
| 9 | 01h | bK |
| 10 | 00h | RN |
| 11 | BCh | PS |
| 12 | 16h | EZ |

Antwort (Langsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|---|
| 1 | 68h | SZ1 |
| 2 | 07h | L1 |
| 3 | 07h | L2 |
| 4 | 68h | SZ2 |
| 5 | 08h | FF (z.B. = 08h: = kein Fehler) |
| 6 | 21h | GA (z.B. = 33) |
| 7 | 1Eh | PI (z.B. = 1Eh: Stellgrad bei Fühlerfehler) |
| 8 | 01h | vK |
| 9 | 01h | bK |
| 10 | 00h | RN |
| 11 | 14h | Informationsfeld mit n = 1 Zeichen |
| 12 | 5Dh | PS |
| 13 | 16h | EZ |

3.3.6 Daten an R6000 senden

Mit dieser Kommunikation können alle Parameter, Konfigurationen und Betriebszustände eingestellt werden. Dabei werden die Daten einzeln per Parameterindex angesprochen.

Die vollständige Liste über alle Parameterindizes ist im Kapitel 7 auf Seite 54 enthalten.

Der gesendete Wert wird vom R6000 auf seinen Einstellbereich überprüft. Falls er außerhalb seines zulässigen Bereiches liegt, wird er nicht abgespeichert. Im Fehlerstatus wird das Bit „Parameterfehler“ gesetzt, und im Quittierungs-Kurzsatz ist im Funktionsfeld das „Bedienanforderungs“-Bit gesetzt.

Es ist zu beachten, dass zuerst eine vollständige Konfiguration durchzuführen ist, bevor Parameter eingestellt werden, da die Konfiguration die Verwendung und den Einstellbereich einzelner „Temperaturparameter“ beeinflusst.

Senden einer Gerätespezifikation

Der Parameterindex liegt in der Hauptgruppe 3. Damit entfallen für einige Parameterindizes die Zeichen „von / bis Kanal“ und „Rezeptur-Nummer“ im Langsatz.

Beispiel: Dimension der Regelgröße vom Gerät Nr. 33 auf °F stellen

Aufruf (Langsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|----------------------------|
| 1 | 68h | SZ1 |
| 2 | 04h | L1 |
| 3 | 04h | L2 |
| 4 | 68h | SZ2 |
| 5 | 73h | FF (Daten vom R6000 lesen) |
| 6 | 21h | GA (= 33) |
| 7 | 32h | PI |
| 8 | 01h | Wert |
| 9 | C7h | PS |
| 10 | 16h | EZ |

Antwort (Kurzsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|------------------------------|
| 1 | 10h | SZK |
| 2 | 00h | FF (Kein Fehler aufgetreten) |
| 3 | 21h | GA (= 33) |
| 4 | 21h | PS |
| 5 | 16h | EZ |

Senden z.B. eines Temperaturparameters

Der Parameterindex (PI) ist nicht aus der Hauptgruppe 3, damit sind die Zeichen „von / bis Kanal“ und „Rezeptur-Nummer“ im Langsatz enthalten.

Beispiel: Sollwert = 25,0 ° an Gerät Nr. 33 Kanal 3 übertragen

Aufruf (Langsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|----------|---|
| 1 | 68h | SZ1 |
| 2 | 08h | L1 |
| 3 | 08h | L2 |
| 4 | 68h | SZ2 |
| 5 | 73h | FF (z.B. = 73h: Daten an R6000 senden) |
| 6 | 21h | GA (z.B. = 33) |
| 7 | 00h | PI (z.B. = 00h: Sollwert) |
| 8 | 03h | vK |
| 9 | 03h | bK |
| 10 | 00h | RN |
| 11, 12 | FAh, 00h | Informationsfeld mit n = 2 Zeichen, Format ± 15 Bit LSB zuerst |
| 13 | 94h | PS |
| 14 | 16h | EZ |

Antwort (Kurzsatz):

| Zeichen-Nr. | Inhalt | Bedeutung |
|-------------|--------|--|
| 1 | 10h | SZ |
| 2 | 10h | FF (z.B. Gerät nicht bereit für Auftrag) |
| 3 | 21h | GA |
| 4 | 31h | PS |
| 5 | 16h | EZ |

4 Profibus-DP-Schnittstelle, Protokoll nach EN 50170

4.1 Allgemeines

Der Schnittstellenanschluss ist in separater Installationsanleitung 3-349-163-29 beschrieben.

4.1.1 Schnittstellendaten

Zur Kommunikation mit einem Leitrechner, einer SPS, usw. ist der R6000 mit einer seriellen Schnittstelle RS-485 nach EN 50170 (Profibus-DP) ausgerüstet. Baudaten bis 12 Mbit / sec werden unterstützt.

Die Einstellung der Teilnehmeradresse für den Profibus-Betrieb erfolgt über den DIP-Schalter an der Gehäusefront. Eine Änderung der Teilnehmeradresse wird erst nach Neuerinschalten des Gerätes wirksam.

Die Adresseinstellung über Profibus (SetSlaveAddress) wird nicht unterstützt..

4.1.2 Kommunikationsprotokoll

Verwendet wird das Übertragungsprotokoll nach EN 50170 zur Kommunikation zwischen Feldleit-Ebene und Geräte-Ebene.

4.1.3 GSD-Datei GMC_059D.gsd

Die zur Konfiguration des Profibus-DP benötigte Datei „GSD Mehrkanalregler PROFIBUS-DP“ kann von der Homepage von GMC-Instruments Deutschland GmbH (<http://www.gmc-instruments.com>) kostenlos geladen werden.

4.2 Telegrammformate

Prinzipieller Aufbau der Ausgangsdaten im Data_Exchange Sendetelegramm (Profibus Master → R6000)

| Byte-Nummer | Funktion | Bedeutung |
|-------------|----------|---|
| 0 | FF | Funktionsfeld |
| 1 | PI | Parameterindex |
| 2 | | Sicherheitscode 55 für FF = 1 und 3, sonst 00 |
| 3 | | Sicherheitscode AA für FF = 1 und 3, sonst 00 |
| 4 ... 27 | | Datenblock |

Prinzipieller Aufbau der Eingangsdaten im Data_Exchange Antworttelegramm (R6000 → Profibus Master)

| Byte-Nummer | Funktion | Bedeutung |
|-------------|----------|----------------|
| 0 | FF | Funktionsfeld |
| 1 | PI | Parameterindex |
| 2, 3 | | Sammelfehler |
| 4 ... 27 | | Datenblock |

4.2.1 Funktionsfeld

Das Funktionsfeld beinhaltet Richtungs- und Steuerinformationen für die übertragenen Anwenderdaten.

Funktionscodierung des Funktionsfeldes (FF) im Sendetelegramm (Profibus Master → R6000)

| Bit-Nummer | Funktion | Bedeutung | |
|------------|--------------------|---|--|
| | | Wert | Funktion |
| 0 ... 3 | Funktionscode (FC) | 1 | Zyklische Daten / Ereignisdaten lesen |
| | | 2 | Parameter mit Parameterindex (PI) lesen |
| | | 3 | Parameter mit Parameterindex (PI) schreiben |
| | | sonst | idle, wird mit Leer-Telegramm Kapitel 4.2.4 auf Seite 35 beantwortet |
| 4, 5 | | Nicht verwendet | |
| 6 | S-Toggle | Der Profibus-DP-Master kann dieses Bit in Verbindung mit dem entsprechenden Quittungsbit im FF des Antworttelegramms dazu benutzen, die Bearbeitung einer Parameter-Schreib- oder Leseanforderung durch den Slave zu überwachen. Dazu setzt der Master dieses Bit in seiner Anforderung auf den inversen Wert des aktuellen S-Toggle-Quittungsbits und wartet, bis der Slave die Bearbeitung dieser Anforderung dadurch anzeigt, dass er den Zustand des Quittungsbits im Antworttelegramm an denjenigen des S-Togglebits im Anforderungstelegramm anpasst. Die Verwendung der S-Togglebit-Funktion ist nur für Parameter-Schreibanforderungen zwingend erforderlich, da der R6000 einen internen Schreibvorgang nur nach einem Zustandswechsel des S-Togglebits ausführt! | |
| 7 | | Nicht verwendet | |

Funktionscodierung des Funktionsfeldes (FF) im Antworttelegramm (R6000 → Profibus Master)

| Bit-Nummer | Funktion | Bedeutung | |
|------------|--------------------|--|--|
| | | Wert | Funktion |
| 0 ... 3 | Funktionscode (FC) | 1 | Zyklische Daten / Ereignisdaten lesen |
| | | 2 | Parameter mit Parameterindex (PI) lesen |
| | | 3 | Parameter mit Parameterindex (PI) schreiben |
| | | sonst | idle, wird mit Leer-Telegramm Kapitel 4.2.4 auf Seite 35 beantwortet |
| 4 | Equal | Nur für FC = 1, PI = 0 und FC = 1, PI = 1 Dieses Bit zeigt an, dass die Parameter im Sendetelegramm und die Parameter im R6000 übereinstimmen. | |
| 5 | Busy | Dieses Bit zeigt an, dass momentan keine weiteren Schreibzugriffe auf das Parameter-EEPROM möglich sind. | |
| 6 | S-Toggle-Quittung | Der R6000-Profibus-DP-Slave passt den Zustand dieses Bits an den des S-Toggelbits im Anforderungstelegramm an, wenn er dieses bearbeitet hat. | |
| 7 | L-Toggle | Dieses Bit wird immer dann invertiert, wenn der R6000 ein Data_Exchange Sendetelegramm bearbeitet hat. Mithilfe des L-Toggelbits kann der Master feststellen, ob die angeforderten Werte aktualisiert wurden. Dazu muss sich der Master immer den letzten Zustand dieser Bits merken. Stimmt der empfangene Wert nicht mit dem letzten Wert überein, so wurden die Werte gerade aktualisiert. | |

4.2.2 Parameterindex (PI)

Über den Parameterindex wird die Art der zu übertragenden Daten festgelegt.

Für den Funktionscode 1 wird zwischen den einzelnen zyklischen Daten und den Ereignisdaten selektiert.

| Wert | Funktion |
|------|--|
| 0 | Zyklische Temperaturwerte und Einschaltdauer |
| 1 | Zyklische Strom- und Spannungswerte |
| 2 | Ereignisdaten |

Für die Funktionscodes 2 und 3 (Parameter lesen und schreiben) wird das Zeichen PI wie folgt interpretiert:

| Bit 7 ... 4 | Bit 3 ... 0 |
|---|---|
| 0 ... Fh | 0 ... Fh |
| Auswahlnummer für Parameter-Hauptgruppe | Auswahlnummer für spezielle Parameter der Hauptgruppe |

In den Parameter-Hauptgruppen sind funktionell verwandte Daten bzw. Einstellparameter zusammengefasst.

Beim R6000 sind nur die im Kapitel 7 ab Seite 54 dokumentierten Parameterindizes ansprechbar außer der **Schnittstellenkonfiguration** (PI = A0h), alle anderen werden mit einem Leer-Telegramm beantwortet (siehe Kapitel 4.2.4 auf Seite 35).

4.2.3 Länge und Format des Datenblocks

Die Länge des Datenblockes ist immer 24 Byte, die Länge und das Format der Nutzdaten sind variabel und abhängig von PI bzw. FF; es können ein oder mehrere Einzelwerte mit folgenden Formaten übertragen werden:

| Format | Interpretation |
|----------|---------------------------------------|
| 8 Bit | Bitfeld |
| ± 7 Bit | Zahl -128 ... +127 |
| 16 Bit | Bitfeld LS-Byte zuerst |
| ± 15 Bit | Zahl -32768 ... +32767 LS-Byte zuerst |

4.2.4 Leer-Telegramm

Bekommt der R6000 ein ungültiges Anforderungstelegramm, so antwortet er mit einem Leer-Telegramm, das im Wesentlichen nur den Sammelfehler enthält:

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt |
|-------------|----------|---------------------|
| 0 | FF | Zusammen unzulässig |
| 1 | PI | |
| 2, 3 | | Sammelfehler |
| 4 ... 27 | Daten | 0 |

4.2.5 Sammelfehler

Im Word Sammelfehler sind alle Fehler der einzelnen Kanäle, sowie die Fehler die das Gerät als Ganzes betreffen, aufsummiert.

Der Sammelfehler wird grundsätzlich im Antworttelegramm des R6000 gesendet, so dass man einen aufgetretenen Fehler in jedem Telegramm erkennen kann.

| Bit-Nummer | Bedeutung |
|------------|---|
| 0 | Fühlerbruch |
| 1 | Verpolung |
| 2 | Zweiter oberer Grenzwert unterschritten |
| 3 | Erster oberer Grenzwert unterschritten |
| 4 | Erster unterer Grenzwert überschritten |
| 5 | Zweiter unterer Grenzwert überschritten |
| 6 | Parameter unzulässig |
| 7 | Heizstromüberwachungs-Fehler |
| 8 | Heizkreis-Fehler |
| 9 | Fehler bei der Adaption |
| 10 | Analogfehler |
| 11 | Übersteuerung Heizstromüberwachung |
| 12 | Ungültige Merkmalskombination |
| 13 | Vergleichsstellen-Fehler |
| 14 | EEPROM-Fehler |
| 15 | Sammel-Ausgangsfehler |

4.3 Die einzelnen Funktionen

4.3.1 Zyklus- und Ereignisdaten (Funktionscode 1)

Auf den Funktionscode 1 antwortet der R6000 mit Zyklus- oder Ereignisdaten.

Sie enthalten die wichtigsten Mess- und Ausgabewerte des Reglers sowie die aufgetretenen Fehler.

Der Parameterindex wird hier als Unterverteiler der Zyklus- / Ereignisdaten verwendet.

Parameterindex (PI):

| Wert | Funktion |
|------|--|
| 0 | Zyklische Temperaturwerte und Einschaltdauer |
| 1 | Zyklische Strom- und Spannungswerte |
| 2 | Ereignisdaten |

Gleichzeitig werden mit den Zyklusdaten die wichtigsten Parameter zum R6000 übertragen. Diese Parameter (die 8 Sollwerte sowie die 8 Regelfunktionsangaben) können vom Anwender beschrieben werden. Dazu wird im Data_Exchange Sendetelegramm der Parameter auf den gewünschten Wert gesetzt.

Um einen Schreibvorgang auszulösen muss nun das S-Toggle-Bit auf den inversen Wert des aktuellen S-Toggle-Quittungsbit des Antworttelegramms gesetzt werden. Daraufhin werden, falls alles fehlerfrei ist, die gewünschten Parameter beschrieben.

Das S-Toggle-Quittungsbit wird dabei auf den Wert des S-Toggle-Bits gesetzt, und somit angezeigt, dass die Schreibanforderung registriert wurde.

Der R6000 schreibt die geänderten Werte dann ins EEPROM. Über das Busy-Bit im Funktionsfeld wird angezeigt, ob der R6000 keinen weiteren Schreibzyklus ausführen kann. Solange dieses Bit gesetzt ist, darf kein weiterer Schreibzugriff angefordert werden.

Mit dem Sicherheitscode in den Zeichen 2 und 3 soll ein ungewolltes Schreiben der Parameter verhindert werden. Sind diese beiden Telegrammbytes mit den Werten 55h (Zeichen 2) und AAh (Zeichen 3) belegt, so können die Parameter beschrieben werden. Jeder andere Wert verhindert das Beschreiben der Parameter im R6000.

Zyklische Temperaturwerte und Einschaltzeitdauer (FC = 1, PI = 0)

Die Zyklusdaten für Temperatur und Einschaltzeitdauer enthalten den aktuellen Istwert sowie die Stellgröße für jeden Kanal.

Anforderungstelegramm Zyklusdaten Temperatur und Einschaltzeitdauer

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|----------|----------|---------|----------|---|
| 0 | FF | 01h, 41h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | 0 | Bit | 8 Bit | Parameterindex für Zyklusdaten Temperatur |
| 2 | | 55h | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 3 | | AAh | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 4, 5 | | | 0,1 ° | ± 15 Bit | Sollwert Kanal 1 |
| ... | | | 0,1 ° | ± 15 Bit | ... |
| 18,19 | | | 0,1 ° | ± 15 Bit | Sollwert Kanal 8 |
| 20 | | | Bit | 8 Bit | Reglerfunktion Kanal 1 |
| ... | | | Bit | 8 Bit | ... |
| 27 | | | Bit | 8 Bit | Reglerfunktion Kanal 8 |

Antworttelegramm Zyklusdaten Temperatur und Einschaltzeitdauer

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|----------|--------|---------|----------|---|
| 0 | FF | X1h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | 0 | Bit | 8 Bit | Parameterindex für Zyklusdaten Temperatur |
| 2, 3 | | | Bit | 16 Bit | Sammelfehler |
| 4, 5 | | | 0,1 ° | ± 15 Bit | Aktuelle Regelgröße Kanal 1 |
| ... | | | 0,1 ° | ± 15 Bit | ... |
| 18,19 | | | 0,1 ° | ± 15 Bit | Aktuelle Regelgröße Kanal 8 |
| 20 | | | % | ± 7 Bit | Aktuelle Stellgröße Kanal 1 |
| ... | | | % | ± 7 Bit | ... |
| 27 | | | % | ± 7 Bit | Aktuelle Stellgröße Kanal 8 |

Zyklische Strom- und Spannungswerte (FC = 1, PI = 1)

Die Zyklusdaten Strom und Spannung enthalten die Strom-Istwerte der Heizstromüberwachung sowie die Heizspannung.

Anforderungstelegramm Zyklusdaten Strom und Spannung

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|----------|----------|---------|----------|--------------------------------------|
| 0 | FF | 01h, 41h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | 1 | Bit | 8 Bit | Parameterindex für Zyklusdaten Strom |
| 2 | | 55h | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 3 | | AAh | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 4, 5 | | | 0,1 A | ± 15 Bit | Heizstrom-Nennwert Kanal 1 |
| ... | | | 0,1 A | ± 15 Bit | ... |
| 18,19 | | | 0,1 A | ± 15 Bit | Heizstrom-Nennwert Kanal 8 |
| 20 | | | Bit | 8 Bit | Reglerfunktion Kanal 1 |
| ... | | | Bit | 8 Bit | ... |
| 27 | | | Bit | 8 Bit | Reglerfunktion Kanal 8 |

Antworttelegramm Zyklusdaten Strom und Spannung

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|----------|--------|---------|----------|--------------------------------------|
| 0 | FF | X1h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | 1 | Bit | 8 Bit | Parameterindex für Zyklusdaten Strom |
| 2, 3 | | | Bit | 16 Bit | Sammelfehler |
| 4, 5 | | | 0,1 A | ± 15 Bit | Aktueller Heizstrom Kanal 1 |
| ... | | | 0,1 A | ± 15 Bit | ... |
| 18,19 | | | 0,1 A | ± 15 Bit | Aktueller Heizstrom Kanal 8 |
| 20 | | | 0,1 V | ± 15 Bit | Aktuelle Heizspannung |
| 21 ... 27 | | | | | Nicht verwendet |

Ereignisdaten (FC = 1, PI = 2)

Die Ereignisdaten enthalten alle Fehlermeldungen und Alarne des Gerätes. Sie können zur Identifizierung eines speziellen Fehlers oder Alarms abgerufen werden. Gleichzeitig kann man die Fehlermeldungen und Alarne zurücksetzen. Dies geschieht durch Verenden der Fehler und Alarne mit den gesendeten Werten, so dass selektiv einzelne Fehler quittiert werden können.

Anforderungstelegramm Ereignisdaten

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|----------|----------|---------|--------|----------------------------------|
| 0 | FF | 01h, 41h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | 2 | Bit | 8 Bit | Parameterindex für Ereignisdaten |
| 2 | | 55h | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 3 | | AAh | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 4, 5 | | | Bit | 16 Bit | Fehlerstatus Kanal 1 |
| ... | | | Bit | 16 Bit | ... |
| 18,19 | | | Bit | 16 Bit | Fehlerstatus Kanal 8 |
| 20, 21 | | | Bit | 16 Bit | Fehlerstatus Gerät |
| 22 | | | Bit | 8 Bit | Ausgangsfehler 1 |
| ... | | | Bit | 8 Bit | ... |
| 27 | | | Bit | 8 Bit | Ausgangsfehler 6 |

Antworttelegramm Ereignisdaten

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|----------|--------|---------|--------|----------------------------------|
| 0 | FF | X1h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | 2 | Bit | 8 Bit | Parameterindex für Ereignisdaten |
| 2, 3 | | | Bit | 16 Bit | Sammelfehler |
| 4, 5 | | | Bit | 16 Bit | Fehlerstatus Kanal 1 |
| ... | | | Bit | 16 Bit | ... |
| 18,19 | | | Bit | 16 Bit | Fehlerstatus Kanal 8 |
| 20, 21 | | | Bit | 16 Bit | Fehlerstatus Gerät |
| 22 | | | Bit | 8 Bit | Ausgangsfehler 1 |
| ... | | | Bit | 8 Bit | ... |
| 27 | | | Bit | 8 Bit | Ausgangsfehler 6 |

Die Bitbelegung der Fehlerstatusworte und der Ausgangsfehler sind in Kapitel 7.4.3 auf Seite 56 beschrieben.

4.3.2 Parameter lesen (Funktionscode 2)

Mit dem Funktionscode 2 können Parameter gelesen werden. Dazu wird im Data_Exchange Sendetelegramm der gewünschte Parameterindex (PI) eingetragen. Im Data_Exchange Antworttelegramm werden daraufhin die gewünschten Parameter nach der Slave Reaktionszeit übermittelt.

Mithilfe des L-Togglebits kann der Master feststellen, ob die angeforderten Werte aktualisiert wurden. Dazu muss sich der Master immer den letzten Zustand dieser Bits merken. Stimmt der empfangene Wert nicht mit dem letzten Wert überein, so wurden die Werte gerade aktualisiert.

Es werden alle Parameterindizes, wie im Kapitel 7 ab Seite 54 beschrieben, außer der **Schnittstellenkonfiguration** (PI = A0h), unterstützt. Die Anzahl der übertragenen Daten ist abhängig vom Parameterindex und lässt sich aus „Format“ und „Anzahl“ ermitteln.

Lesen

Anforderung

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|-------------|----------|----------|---------|--------|-----------------|
| 0 | FF | 02h, 42h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | | Bit | 8 Bit | Parameterindex |
| 2 | | 00 | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 3 | | 00 | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 4 ... 27 | | | | | Nicht verwendet |

Antwort

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|--------------|----------|--------|---------|--------|--------------------|
| 0 | FF | X2h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | | Bit | 8 Bit | Parameterindex |
| 2, 3 | | | Bit | 16 Bit | Sammelfehler |
| 4 ... n | Daten | | | | Angeforderte Daten |
| n + 1 ... 27 | | | | | Nicht verwendet |

4.3.3 Parameter schreiben (Funktionscode 3)

Mit dem Funktionscode 3 können Parameter beschrieben werden. Dazu wird im Data_Exchange Sendetelegramm die gewünschte Parametergruppe (PI) eingetragen und die zugehörigen Parameter mit dem gewünschten Wert beschrieben.

Um einen Schreibvorgang auszulösen muss nun das S-Toggel-Bit auf den inversen Wert des aktuellen S-Toggel-Quittungsbits des Antworttelegramms gesetzt werden. Daraufhin werden, falls alles fehlerfrei ist, die gewünschten Parameter beschrieben und im Data_Exchange Antworttelegramm die geänderten Parameter nach der Slave Reaktionszeit übermittelt. Das S-Toggel-Quittungsbit wird dabei auf den Wert des S-Toggel-Bits gesetzt, und somit angezeigt, dass die Schreibanforderung registriert wurde. Der R6000 schreibt die geänderten Werte dann ins EEPROM. Über das Busy-Bit im Funktionsfeld wird angezeigt, ob der R6000 keinen weiteren Schreibzyklus ausführen kann. Solange dieses Bit gesetzt ist, darf kein weiterer Schreibzugriff angefordert werden.

Es werden alle Parametergruppen, wie im Kapitel 7 ab Seite 54 beschrieben, außer der **Schnittstellenkonfiguration** (PI = A0h), unterstützt. Die Anzahl der übertragenen Daten ist abhängig vom Parameterindex und lässt sich aus „Format“ und „Anzahl“ ermitteln.

Sollen nur die Parameter einzelner Kanäle bzw. Ausgänge geändert werden, müssen trotzdem die Parameter aller Kanäle bzw. Ausgänge übertragen werden, da immer alle Parameter geschrieben werden.

Schreiben

Anforderung

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|--------------|----------|----------|---------|--------|----------------------------------|
| 0 | FF | 03h, 43h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | | Bit | 8 Bit | Parameterindex für Ereignisdaten |
| 2 | | 55h | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 3 | | AAh | Bit | 8 Bit | Sicherheitscode |
| 4 ... n | Daten | | | | Zu schreibende Daten |
| n + 1 ... 27 | | | | | Nicht verwendet |

Antwort

| Zeichen-Nr. | Funktion | Inhalt | Einheit | Format | Bemerkung |
|--------------|----------|--------|---------|--------|----------------------------------|
| 0 | FF | X3h | Bit | 8 Bit | Funktionsfeld |
| 1 | PI | | Bit | 8 Bit | Parameterindex für Ereignisdaten |
| 2, 3 | | | Bit | 16 Bit | Sammelfehler |
| 4 ... n | Daten | | | | Geschriebene Daten |
| n + 1 ... 27 | | | | | Nicht verwendet |

5 RS-232-/RS-485-Schnittstelle, Modbus-Protokoll

5.1 Allgemeines

Der Schnittstellenanschluss ist in separater Installationsanleitung 3-349-163-29 beschrieben.

5.1.1 Schnittstellendaten

Der Regler ist mit einer seriellen Schnittstelle mit folgenden Daten ausgerüstet:

- Pegelarten RS-232 und RS-485, (2-Draht)
- Baudrate 4800, 9600, 19200 bd, (einstellbar über Schnittstelle)
- Zeichenformat 8 Datenbit, 1 Paritätsbit, 1 Stopbit
- Parität even, odd, space, none, (einstellbar über Schnittstelle)

5.1.2 Kommunikationsprotokoll

Verwendet wird das Modbus-Protokoll zur Kommunikation zwischen Feldleit-Ebene und Geräte-Ebene.

Im R6000 wird der RTU-Mode und die Konformitäts-Klasse 0 (Worte lesen und schreiben) benutzt.

5.1.3 Prinzipielle Funktion

Es handelt sich um ein Master / Slave-Protokoll mit einem fest zugeordnetem Master (Leitrechner) und bis zu 255 Slaves (Geräte). Die Kommunikation erfolgt im Halbduplexbetrieb, d.h. ein an den Leitrechner angeschlossenes Gerät wird nur dann aktiv (antwortet), wenn

- es ein an sich adressiertes, gültiges Telegramm empfängt
- die spezifizierte minimale Antwort-Verzugszeit abgelaufen (t_{av}) ist, um dem Leitrechner Zeit zu geben um empfangsbereit zu werden.

Der Leitrechner darf danach erst dann wieder aktiv werden, wenn

- er ein gültiges Antwort-Telegramm vom angesprochenen Gerät erhält und die spezifizierte Wartezeit nach Ende eines Antwort-Telegramms (t_{aw}) abgelaufen ist
- die spezifizierte maximale Antwort-Verzugszeit (t_{av}) abgelaufen ist
- die spezifizierte Zeichen-Verzugszeit (t_{zvs} = Pause zwischen 2 Zeichenübertragungen) abgelaufen ist. Diese Wartezeit kommt auch beim Empfang von ungültigen und unvollständigen Antworten zum tragen!

5.1.4 Zeitverhalten

| | | |
|--|-----------|------------------------------------|
| Sende / Empfangsbereitschaft nach Einschalten | t_{ber} | ca. 5 s |
| Zeichen-Verzugszeit (R6000-Sender) | t_{zvs} | < 3,5 t z (2 ms bei 19,2 kbd) |
| Zeichen-Verzugszeit (Master) | t_{zvm} | < 3,5 t z (2 ms bei 19,2 kbd) |
| Antwort-Verzugszeit (R6000-Sender) | t_{av} | 10 ... 100 ms |
| Anforderungs-Wartezeit nach R6000-Antwort (Master) | t_{aw} | > 10 ms |

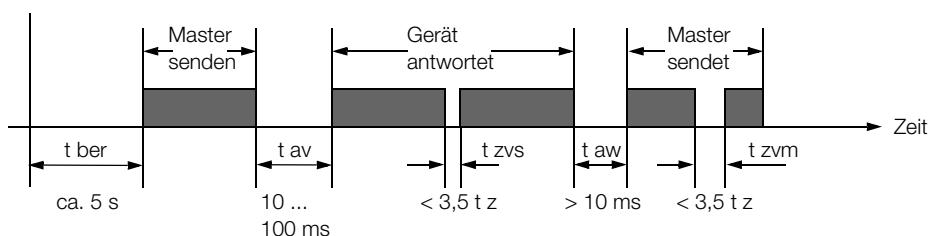


Bild 8 Prinzipielles Zeitverhalten

Zeichen-Zeit = Zeit zur Übertragung eines Zeichens t_z 0,57 ms bei 19,2 kbd

5.2 Telegramm-Arten und Aufbau

5.2.1 Prinzipieller Aufbau

| Zeichen-Anzahl | Bedeutung | Bemerkung |
|----------------|---|---|
| 1 | Slave-Adresse (0 ... 255) | DIP-Schalter an der Gehäusefront (nicht 0) 0 = an Alle (nur bei Funktionscode = 5, 16) |
| 1 | Funktionscode | Siehe Kapitel 5.2.3 auf Seite 41 |
| n | Daten | Siehe Kapitel 5.2.4 auf Seite 41 und Kapitel 5.2.6 auf Seite 42 |
| 1 | Error-Check (CRC-16) Low-Byte | Siehe Kapitel 5.2.5 auf Seite 41 |
| 1 | Error-Check (CRC-16) High-Byte | |
| (4) | Wartezeit, es werden keine Zeichen gesendet | Siehe Kapitel 5.2.2 auf Seite 41 |

5.2.2 Wartezeit

- Die Wartezeit dauert so lange, wie vier Zeichen zur Übertragung benötigen würden.
- Die Wartezeit dient als Anfangs- und Ende-Erkennung des Telegramms, da keine explizite Längenangabe im Telegramm enthalten ist.
- Ein Telegramm gilt dann als beendet, wenn die Wartezeit abgelaufen ist.
- Wird aus einem beliebigen Grund die Übertragung eines Telegramms um länger als die Wartezeit unterbrochen, gilt das Telegramm als beendet. Das erste Zeichen nach der Unterbrechung wird als erstes Zeichen eines neuen Telegramms angesehen. (Damit werden die beiden Telegrammteile wegen fehlerhaftem Error-Check nicht angenommen).

5.2.3 Funktionscode

Es werden folgende Funktionscodes (FC) unterstützt:

| Funktionscode | Bedeutung | Verwendung |
|---------------|---------------------|---------------------------------|
| 3 | Worte lesen | Lesen von Werten und Parametern |
| 5 | Einzelbit schreiben | Nur für Reset des R6000 |
| 7 | Status lesen | Abfrage „R6000 o.k.“ |
| 16 | Worte schreiben | Schreiben von Parametern |

5.2.4 Daten

Details über das Datenfeld im Telegramm Kapitel 5.2.6 auf Seite 42 und Kapitel 5.3 auf Seite 45.

- Die Daten beim Modbus sind grundsätzlich 16-Bit Worte.
Die Übertragung geschieht mit dem High-Byte zuerst.
- Die Darstellung von Zahlenwerten erfolgt im 2-er-Komplement.
- Größen, die ± 7 Bit Format haben, werden auf ± 15 Bit vorzeichenerweitert.
- Bitfelder im 8-Bit Format werden mit einem High-Byte = 0 ergänzt.

5.2.5 Error-Check

Die korrekte Übertragung des Telegramms wird durch die Prüfung des CRC-16 Cyclical Redundancy Checks sichergestellt. Die beiden Zeichen des CRC-16 werden aus allen Zeichen des Telegramms (Slave-Adresse bis letztes Daten-Byte) wie folgt erzeugt:

- Vorbesetzen eines 16-Bit-Registers (CRC-16-Register) mit FFFFh.
- Exclusive-Oder-Verknüpfung des Low-Bytes des CRC-16-Registers mit dem Zeichen des Telegramms.
Ergebnis im CRC-16-Register.
- Rechts-Shift des CRC-16-Registers um ein Bit.
Eine 0 wird nachgeschoben, das rausgeschobene niederwertigste Bit (LSB) wird aufgehoben.
- Wenn LSB = 0 ist, weiter mit Schritt 5.
Wenn LSB = 1 ist, Exclusive-Oder-Verknüpfung des CRC-16-Registers mit A001h.
- Die Schritte 3 und 4 wiederholen, bis insgesamt 8 Rechts-Shifts erfolgten.
Danach ist ein Zeichen des Telegramms abgearbeitet.
- Schritt 2 bis 5 für jedes weitere Zeichen des Telegramms durchführen.
- Wenn alle Zeichen des Telegramms abgearbeitet sind, wird der Inhalt des CRC-16-Registers mit dem Low-Byte voran ans Telegramm angehängt.

Eine Programmierung in der Sprache C würde z.B. folgenden Code ergeben:

```
/*
-----*
crc_16()                      calculate the crc_16 error check field
Input parameters:    buffer:   string to calculate CRC
                      length:   bytes number of the string
Return value:                  CRC value.
----- */
unsigned int crc_16 (unsigned char *buffer, unsigned int length) {
    unsigned int i, j, lsb, tmp, crc = 0xFFFF;
    for ( i = 0; i < length; i++ ) {
        tmp = (unsigned char) *buffer++;
        crc ^= tmp;
        for ( j = 0; j < 8; j++ ) {
            lsb = crc & 0x0001;
            crc >>= 1;
            if ( lsb != 0 ) crc ^= 0xA001;
        }
    }
    return (crc);
}
```

5.2.6 Unterstützende Telegramme

Worte lesen (FC = 3)

Frage vom Master:

| Zeichen-Nr. | Bedeutung |
|-------------|---------------------------|
| 1 | Slave-Adresse (1 ... 255) |
| 2 | FC = 3 |
| 3 | Wort-Adresse (High-Byte) |
| 4 | Wort-Adresse (Low-Byte) |
| 5 | Anzahl Worte (High-Byte) |
| 6 | Anzahl Worte (Low-Byte) |
| 7 | CRC-16 (Low-Byte) |
| 8 | CRC-16 (High-Byte) |

Antwort vom Slave:

| Zeichen-Nr. | Bedeutung |
|-------------|---------------------------|
| 1 | Slave-Adresse (1 ... 255) |
| 2 | FC = 3 |
| 3 | Anzahl Zeichen (n) |
| 4 | Wort-Daten (n/2 Worte) |
| ... | jeweils High-Byte zuerst |
| ... | ... |
| 4 + n | CRC-16 (Low-Byte) |
| 5 + n | CRC-16 (High-Byte) |

Falls die Wort-Adresse im R6000 nicht existiert bzw. wenn die Anzahl der Worte so groß ist, sendet der R6000 eine "Fehler-Antwort" mit entsprechendem Fehlercode (vergleiche Kapitel 5.2.7 auf Seite 44).

Reset (FC = 5)

Frage vom Master:

| Zeichen-Nr. | Bedeutung |
|-------------|-----------------------------|
| 1 | Slave-Adresse (0 ... 255) |
| 2 | FC = 5 |
| 3 | Bit-Adresse (High-Byte) = 0 |
| 4 | Bit-Adresse (Low-Byte) = 0 |
| 5 | Bit-Daten (High-Byte) = 0 |
| 6 | Bit-Daten (Low-Byte) = 0 |
| 7 | CRC-16 (Low-Byte) |
| 8 | CRC-16 (High-Byte) |

Antwort vom Slave:

| |
|---------------|
| Keine möglich |
|---------------|

Auftrag an Alle (Slave-Adresse = 0) ist möglich.

Die Funktion Einzelbit schreiben wird ausschließlich für das Neustarten des R6000 verwendet.

Falls die Bit-Adresse nicht 0 ist bzw. das Bit nicht gelöscht wird, sendet der R6000 eine "Fehler-Antwort" mit entsprechendem Fehlercode (vergleiche Kapitel 5.2.7 auf Seite 44).

Abfrage „R6000 o.k.“ (FC = 7)

Frage vom Master:

| Zeichen-Nr. | Bedeutung |
|-------------|---------------------------|
| 1 | Slave-Adresse (1 ... 255) |
| 2 | FC = 7 |
| 3 | CRC-16 (Low-Byte) |
| 4 | CRC-16 (High-Byte) |

Antwort vom Slave:

| Zeichen-Nr. | Bedeutung |
|-------------|---------------------------|
| 1 | Slave-Adresse (1 ... 255) |
| 2 | FC = 7 |
| 3 | Status |
| 4 | CRC-16 (Low-Byte) |
| 5 | CRC-16 (High-Byte) |

Im Status ist Bit 4 gesetzt, wenn z.Zt. kein Schreibauftrag (FC = 16) möglich ist,

Bit 5 gesetzt, wenn ein Fehler aufgetreten ist (Bedienanforderung, Fehlerstatus lesen),
sonstige Bits sind 0.

Worte schreiben (FC = 16)

Auftrag vom Master:

| Zeichen-Nr. | Bedeutung |
|-------------|---------------------------|
| 1 | Slave-Adresse (0 ... 255) |
| 2 | FC = 16 |
| 3 | Wort-Adresse (High-Byte) |
| 4 | Wort-Adresse (Low-Byte) |
| 5 | Anzahl Worte (High-Byte) |
| 6 | Anzahl Worte (Low-Byte) |
| 7 | Anzahl Zeichen (n) |
| 8 | Wort-Daten (n/2 Worte) |
| ... | jeweils High-Byte zuerst |
| ... | ... |
| 8 + n | CRC-16 (Low-Byte) |
| 9 + n | CRC-16 (High-Byte) |

Antwort vom Slave:

| Zeichen-Nr. | Bedeutung |
|-------------|---------------------------|
| 1 | Slave-Adresse (1 ... 255) |
| 2 | FC = 16 |
| 3 | Wort-Adresse (High-Byte) |
| 4 | Wort-Adresse (Low-Byte) |
| 5 | Anzahl Worte (High-Byte) |
| 6 | Anzahl Worte (Low-Byte) |
| 7 | CRC-16 (Low-Byte) |
| 8 | CRC-16 (High-Byte) |

Auftrag an Alle (Slave-Adresse = 0) ist möglich, es erfolgt dann keine Antwort von den Slaves.

Falls die Wort-Adresse im R6000 nicht existiert, die Anzahl der Worte so groß ist, bzw. der Dateninhalt nicht zulässig ist, sendet der R6000 eine "Fehler-Antwort" mit entsprechendem Fehlercode (vergleiche Kapitel 5.2.7 auf Seite 44).

5.2.7 Fehlerbehandlung

Falls die Slave-Adresse nicht zutreffend ist, ein Paritätsfehler aufgetreten ist, der Error-Check nicht erfolgreich war (CRC-16 falsch), oder der Funktionscode nicht unterstützt wird sendet der Slave keine Antwort.

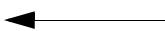
Ist das Telegramm formal korrekt, kann der R6000 die Anforderung jedoch nicht ausführen, reagiert er mit einer Fehlerantwort, bei der im Fehlercode (Zeichen 3) der Grund für die Nichtausführung angegeben ist.

Die Fehlerantwort ist am zurückgesendeten Funktionscode zu erkennen, bei dem das höchstwertigste Bit gesetzt ist.

Fehlerantwort

Fehlercode

| Zeichen-Nr. | Bedeutung |
|-------------|---------------------------|
| 1 | Slave-Adresse (1 ... 255) |
| 2 | FC + 80h |
| 3 | Fehlercode |
| 4 | CRC-16 (Low-Byte) |
| 5 | CRC-16 (High-Byte) |



| Wert | Bedeutung |
|------|-----------------------------------|
| 2 | Unzulässige Adresse |
| 3 | Unzulässiger Dateninhalt |
| 6 | Z.Zt. kein Schreibauftrag möglich |
| 9 | Anzahl Worte zu groß |
| 10 | Kein Schreiben erlaubt |

5.3 Lesen und Schreiben von Daten

5.3.1 Adressierung

Alle Einstellparameter und Daten des R6000 sind nach funktioneller Zusammengehörigkeit in Parametergruppen eingesortiert. Zusammen mit den Zyklusdaten (Messwerte) und Ereignisdaten (Fehler und Alarme) ist damit die komplette Bedienung des R6000 über die Busschnittstelle möglich.

Die Parametergruppen werden über einen Parameterindex adressiert, der als High-Byte der Wort-Adresse verwendet wird. Die vollständige Liste über alle Parameterindizes ist im Kapitel "Geräteparameter" Seite 54.

Pro Parameterindex sind meist mehrere Größen vorhanden (in der Regel die der 8 Kanäle). Die Auswahl geschieht mit dem Low-Byte der Wort-Adresse.

5.3.2 Parameter schreiben

Beispiel:

Die Anfahrstellgrade der ersten 3 Kanäle des R6000 mit der Adresse 5 auf 20 % einstellen.

Auftrag vom Master (die \pm 7 Bit Größen werden auf \pm 15 Bit ergänzt):

| Zeichen-Nr. | Wert | Bedeutung |
|-------------|------|---|
| 1 | 05h | Geräte-Adresse = DIP-Schalter |
| 2 | 10h | Funktionscode = Worte schreiben |
| 3 | 17h | Wort-Adresse (High-Byte) = Parameterindex |
| 4 | 00h | Wort-Adresse (Low-Byte) = 1. Kanal |
| 5 | 00h | |
| 6 | 03h | Anzahl Worte = 3 |
| 7 | 06h | Anzahl Zeichen = 2 mal 3 |
| 8 | 00h | |
| 9 | 14h | Anfahrstellgrad Kanal 1 |
| 10 | 00h | |
| 11 | 14h | Anfahrstellgrad Kanal 2 |
| 12 | 00h | |
| 13 | 14h | Anfahrstellgrad Kanal 3 |
| 16 | D6h | |
| 17 | B8h | CRC-16 |

Antwort des Slave (kein Fehler aufgetreten):

| Zeichen-Nr. | Wert | Bedeutung |
|-------------|------|---|
| 1 | 05h | Geräte-Adresse = DIP-Schalter |
| 2 | 10h | Funktionscode = Worte schreiben |
| 3 | 17h | Wort-Adresse (High-Byte) = Parameterindex |
| 4 | 00h | Wort-Adresse (Low-Byte) = 1. Kanal |
| 5 | 00h | |
| 6 | 03h | Anzahl Worte = 3 |
| 7 | 84h | |
| 8 | 38h | CRC-16 |

5.3.3 Parameter lesen

Beispiel:

Ausgangskonfiguration der 4 Stetigausgänge des R6000 mit der Adresse 37 einlesen.

Anfrage vom Master:

| Zeichen-Nr. | Wert | Bedeutung |
|-------------|------|---|
| 1 | 25h | Geräte-Adresse = DIP-Schalter |
| 2 | 03h | Funktionscode = Worte lesen |
| 3 | 37h | Wort-Adresse (High-Byte) = Parameterindex |
| 4 | 10h | Wort-Adresse (Low-Byte) = AO Nr. 17 |
| 5 | 00h | |
| 6 | 04h | Anzahl Worte = 4 |
| 7 | 4Dh | |
| 8 | 5Ch | CRC-16 |

Antwort vom Slave (kein Fehler aufgetreten):

| Zeichen-Nr. | Wert | Bedeutung |
|-------------|------|--|
| 1 | 25h | Geräte-Adresse = DIP-Schalter |
| 2 | 03h | Funktionscode = Worte lesen |
| 3 | 08h | Anzahl Zeichen = 2 mal 4 |
| 4 | 00h | |
| 5 | 42h | Ausgangskonfiguration AO Nr. 17 = Heizen Kanal 1 live zero |
| 6 | 00h | |
| 7 | 46h | Ausgangskonfiguration AO Nr. 18 = Heizen Kanal 2 live zero |
| 8 | 00h | |
| 9 | 4Ah | Ausgangskonfiguration AO Nr. 19 = Heizen Kanal 3 live zero |
| 10 | 00h | |
| 11 | 4Eh | Ausgangskonfiguration AO Nr. 20 = Heizen Kanal 4 live zero |
| 12 | 61h | |
| 13 | 0Eh | CRC-16 |

5.3.4 Zyklus-Daten

Sie enthalten die wichtigsten Mess- und Ausgabewerte des Reglers in einem Datenpaket.

Eine zyklische Abfrage dieser Werte wird durch die fortlaufende Adressierung in kompakter Form möglich.

Diese Werte können nur gelesen werden.

| Adresse | Einheit | Bemerkung |
|---------|---------|-----------------------------|
| 0008h | 0,1 ° | Aktuelle Regelgröße Kanal 1 |
| ... | ... | ... |
| 000Fh | 0,1 ° | Aktuelle Regelgröße Kanal 8 |
| 0010h | % | Aktuelle Stellgröße Kanal 1 |
| ... | ... | ... |
| 0017h | % | Aktuelle Stellgröße Kanal 8 |
| 0018h | 0,1 A | Aktueller Heizstrom Kanal 1 |
| ... | ... | ... |
| 001Fh | 0,1 A | Aktueller Heizstrom Kanal 8 |
| 0020h | 0,1 V | Aktuelle Heizspannung |

6 CAN-Bus, CANopen-Protokoll

6.1 Allgemeines

Der Schnittstellenanschluss ist in der separaten Installationsanleitung 3-349-163-29 beschrieben.
Details zum Betrieb der CAN-Schnittstelle sind der CAN- / CANopen-Norm zu entnehmen.

6.1.1 Schnittstellendaten

- Anschluss Anzuschließen sind nur die beiden Signalleitungen und der Ground. Die optionale externe positive Versorgung ist nicht vorgesehen.
- Baudrate: Die von CANopen festgelegten Baudaten von 10 kBit/s bis 1 MBit/s werden unterstützt. Diese können über die Service-Schnittstelle eingestellt werden (PI = A1h)
- Node-ID: Die Knoten-Adresse wird mit den Schaltern 1 bis 7 des DIP-Schalters "Bus Addr." an der Gehäusefront eingestellt.

6.1.2 Prinzipielle Funktion

Datenaustausch

- Gemäß CANopen geschieht der Datenaustausch mit SDOs (Service Daten Objekte) und PDOs (Prozess Daten Objekte). Die Beschreibung findet sich in den Kapiteln 6.2 und 6.3.
- Mit den SDOs kann der Busmaster auf alle Parameter, Konfigurationen und Daten der Busteilnehmer (Knoten) zugreifen. Die Kommunikation geschieht im Master-Slave-Prinzip, d.h. der Knoten antwortet auf jede Anforderung.
- Die PDOs dienen dem laufenden Datenaustausch unter der Busteilnehmern. Sie müssen nach einem Reset des R6000 vom Master mittels SDO konfiguriert werden und werden erst dann aktiv, wenn der R6000 in den "Operational Mode" gesetzt wird. Die Sendungen werden nicht beantwortet.

Netzwerkmanagement

CANopen legt eine Vielzahl von Objekten fest, um einen reibungslosen Netzwerkbetrieb zu unterstützen. Für Details sei auf die CANopen-Norm verwiesen, R6000-Spezifisches ist ab Kapitel 6.4 aufgeführt.

Telegrammaufbau

Der Telegrammaufbau wird von der Hardware vorgenommen. Hier wird nur der generelle Aufbau erwähnt:

- Als erstes wird das Arbitrierungsfeld gesendet. Darin ist die COB-ID (Nachrichten-Identifier, 11 Bit) enthalten.
Je niedriger die COB-ID desto höher die Priorität der Nachricht.
- Danach kommt ein Steuerfeld. Darin ist die Anzahl der übertragenen Datenbytes enthalten (LEN, 4 Bit). Die Anzahl kann zwischen 0 und 8 liegen.
- Im anschließenden Datenfeld sind maximal 8 Datenbytes enthalten, die je nach Telegramm unterschiedliche Funktion haben.
- Zum Abschluss kommt das CRC- und Acknowledge-Feld. (In den weiteren Kapiteln nicht mehr erwähnt)

6.1.3 ESD - Datei

Die zur Projektierung notwendige ESD-Datei kann aus dem Internet unter der Adresse www.gmc-instruments.com geladen werden.

6.2 Service Daten Objekte (SDO)

Mit den SDOs kann der Busmaster jederzeit auf alle Parameter, Konfigurationen und Daten des R6000 zugreifen. Auch ein Zugriff auf die Daten, die mit den PDOs übertragen werden, ist möglich.

Telegrammaufbau

| | Byte | Wert | Bedeutung |
|-------------|---------|----------------------------------|--|
| COB-ID | | 600h + Node-ID 580h + Node-ID | Anforderung vom Master Antwort vom Slave |
| LEN | | 8 | immer 8 Datenbyte |
| Ccommand | 1 | | Art der Übertragung |
| Index | 2, 3 | | Auswahl des Parameters (siehe Objektverzeichnis Kapitel 6.7 auf Seite 53) |
| Subindex | 4 | 1 ... n 0 | wenn Objekt mehr als einen Wert hat (z.B. Kanalnummer) wenn Objekt nur einen Wert hat bzw. wenn die Anzahl der Werte des Objekts gefragt wird |
| Netto-Daten | 5 ... 8 | 1 ... 4 Byte Daten 0 | bei Schreiben vom Master bzw. Antwort auf Anfrage bei Anfrage vom Master bzw. Antwort auf Schreiben |

Beispiel Schreiben: Setzen des Sollwerts von 195,0 °C von Kanal 3 des R6000 mit der Busadresse 5
195,0 °C => 1950 = 079Eh
Sollwert hat Index 2000h

| | COB-ID | LEN | Com | Index | | Subindex | Daten | | |
|---------|--------|-----|-----|-------|-----|----------|-------|-----|-----|
| Master: | 605h | 8 | 2Bh | 00h | 20h | 03h | 9Eh | 07h | 00h |
| R6000: | 585h | 8 | 60h | 00h | 20h | 03h | 00h | 00h | 00h |

Beispiel Lesen: Lesen der Ausgangskonfiguration des 2. Stetigausgangs des R6000 mit der Busadresse 11
 2. Stetigausgang = Ausgang Nr. 18 => Subindex 17 = 11h
 Ausgangskonfiguration hat Index 2037h

| | COB-ID | LEN | Com | Index | | Subindex | Daten | | | |
|---------|---------------|------------|------------|--------------|-----|-----------------|--------------|-----|-----|-----|
| Master: | 60Bh | 8 | 40h | 37h | 20h | 11h | 00h | 00h | 00h | 00h |
| R6000: | 58Bh | 8 | 47h | 37h | 20h | 11h | 32h | 00h | 00h | 00h |

Ausgangskonfiguration = 32h = Kühlen-Stellgröße von Kanal 4, dead zero

6.3 Prozess Daten Objekte (PDO)

Die PDOs dienen dem laufenden Datenaustausch zwischen den Busteilnehmern. Die PDOs werden gesendet bzw. angenommen, wenn der R6000 im "Operational Mode" ist.

Im Gegensatz zu den SDOs werden bei den PDOs alle 8 Byte für Nettodata verwendet. Der Inhalt der PDOs ist mit einem PDO-Mapping festgelegt, das beim R6000 nicht geändert werden kann.

Der R6000 unterstützt 4 Sende-PDOs, mit denen z.B. die aktuellen Istwerte an den Master gesendet werden, und zusätzlich 4 Empfangs-PDOs, mit denen der R6000 z.B. neue Sollwerte erhalten kann.

6.3.1 Konfiguration des PDO

Die Konfiguration der PDOs geschieht mit SDOs. Dabei wird eingestellt, ob der PDO freigegeben ist und ob er synchron oder asynchron reagiert.

| | Byte | Wert | Bedeutung | |
|----------|-------------|----------------------------------|--|--|
| COB-ID | | 600h + Node-ID 580h + Node-ID | Anforderung vom Master Antwort vom Slave | |
| LEN | | 8 | immer 8 Datenbyte | |
| Ccommand | 1 | | Art der Übertragung | |
| Index | 2, 3 | 1400h 1401h 1402h 1403h | 1. Empfangs PDO 2. Empfangs PDO 3. Empfangs PDO 4. Empfangs PDO | |
| | | 1800h 1801h 1802h 1803h | 1. Sende PDO 2. Sende PDO 3. Sende PDO 4. Sende PDO | |
| | Subindex | 4 | 1 2 | Festlegung COB-ID und Freigabe Festlegung synchron oder asynchron |
| | Daten | 5 ... 8 | Konfiguration | siehe Tabelle |

Konfiguration:

| Subindex | | Bedeutung |
|-----------------|--|---|
| 1 | 00000000h + COB-ID 80000000h + COB-ID | COB-ID des PDO muss nicht dem Defaultwert entsprechen. Das höchste Bit ist gesetzt, wenn der PDO gesperrt ist. |
| 2 | 00h 01h ... F0h = n FFh | synchron, nicht zyklisch (d.h. nur bei Änderung des Inhalts) synchron, zyklische Übertragung nach jedem n-ten SYNC-Signal asynchron |

6.3.2 Zeitverhalten der PDOs

- Die asynchronen Sende-PDOs werden immer dann (sofort) gesendet, wenn sich deren Inhalt ändert.
- Die synchronen Sende-PDOs werden erst nach Eintreffen eines SYNC gesendet (vergl. Kapitel 6.4 auf Seite 52).
- Der Inhalt der asynchronen Empfangs-PDOs wird sofort nach Empfang im R6000 aktiv.
- Der Inhalt der synchronen Empfangs-PDOs wird erst dann vom R6000 übernommen, wenn ein SYNC empfangen wird.

6.3.3 Telegrammaufbau des PDO

| | Byte | Wert | Bedeutung |
|--------|-------------|---------------------------------|---|
| COB-ID | | Default-Wert: x80h + Node-ID | x. Sende PDO |
| | | Default-Wert: x00h + Node-ID | (x-1). Empfangs PDO |
| LEN | | 8 | immer 8 Datenbyte |
| Daten | 1 ... 8 | Nutzdaten | Das "PDO-Mapping" ist fest, siehe Kapitel 6.3.4 und 6.3.5 |

6.3.4 Inhalt der Sende PDOs

Das Format "Festpunkt" ist das Format "Int16", der Wert ist in 1/10 der physikalischen Einheit angegeben.

| | Byte | Wert | Format | Bedeutung |
|---------------|-------------|----------------|---------------|-----------------------|
| COB-ID LEN | | 180h + Node-ID | | 1. Sende PDO |
| | | 8 | | |
| Daten | 1, 2 | | Festpunkt | Istwert des 1. Kanals |
| | 3, 4 | | Festpunkt | Istwert des 2. Kanals |
| | 5, 6 | | Festpunkt | Istwert des 3. Kanals |
| | 7, 8 | | Festpunkt | Istwert des 4. Kanals |

| | Byte | Wert | Format | Bedeutung |
|---------------|-------------|----------------|---------------|-----------------------|
| COB-ID LEN | | 280h + Node-ID | | 2. Sende PDO |
| | | 8 | | |
| Daten | 1, 2 | | Festpunkt | Istwert des 5. Kanals |
| | 3, 4 | | Festpunkt | Istwert des 6. Kanals |
| | 5, 6 | | Festpunkt | Istwert des 7. Kanals |
| | 7, 8 | | Festpunkt | Istwert des 8. Kanals |

| | Byte | Wert | Format | Bedeutung |
|---------------|-------------|----------------|---------------|--------------------------|
| COB-ID LEN | | 380h + Node-ID | | 3. Sende PDO |
| | | 8 | | |
| Daten | 1 | | Int8 | Stellgröße des 1. Kanals |
| | 2 | | Int8 | Stellgröße des 2. Kanals |
| | 3 | | Int8 | Stellgröße des 3. Kanals |
| | 4 | | Int8 | Stellgröße des 4. Kanals |
| | 5 | | Int8 | Stellgröße des 5. Kanals |
| | 6 | | Int8 | Stellgröße des 6. Kanals |
| | 7 | | Int8 | Stellgröße des 7. Kanals |
| | 8 | | Int8 | Stellgröße des 8. Kanals |

| | Byte | Wert | Format | Bedeutung |
|---------------|-------------|----------------|---------------|--|
| COB-ID LEN | | 480h + Node-ID | | 4. Sende PDO |
| | | 8 | | |
| Daten | 1 | | Unsigned8 | komprimierter Fehlerstatus des 1. Kanals |
| | 2 | | Unsigned8 | komprimierter Fehlerstatus des 2. Kanals |
| | 3 | | Unsigned8 | komprimierter Fehlerstatus des 3. Kanals |
| | 4 | | Unsigned8 | komprimierter Fehlerstatus des 4. Kanals |
| | 5 | | Unsigned8 | komprimierter Fehlerstatus des 5. Kanals |
| | 6 | | Unsigned8 | komprimierter Fehlerstatus des 6. Kanals |
| | 7 | | Unsigned8 | komprimierter Fehlerstatus des 7. Kanals |
| | 8 | | Unsigned8 | komprimierter Fehlerstatus des 8. Kanals |

Eine direkte Abfrage des Kanalfehlers bzw. eine Quittierung einzelner Fehlerbits erfolgt über SDOs auf Index 2021, Subindex 1 bis 8 (vergl. auch Kapitel 7.4.3 auf Seite 56)

Der komprimierte Kanalfehlerstatus hat folgende Bitbelegung:

| Bit-Nr. | Bedeutung |
|----------------|--|
| 0 | Fühlerbruch oder Verpolung |
| 1 | 1. oder 2. oberer Grenzwert überschritten |
| 2 | 1. oder 2. unterer Grenzwert überschritten |
| 3 | Heizstromüberwachungs-Fehler |
| 4 | Heizkreis-Fehler |
| 5 | Fehler bei der Adaption |
| 6, 7 | -- |

6.3.5 Inhalt der Empfangs PDOs

Das Format "Festpunkt" ist das Format "Int16", der Wert ist in 1/10 der physikalischen Einheit angegeben.

Im Unterschied zum Schreiben eines Sollwerts mit einem SDO werden die Sollwerte nicht in den Parameter-Speicher (EEPROM) übernommen. Wenn das Bit Tauschsollwert in der Reglerfunktion gesetzt ist, wird der empfangene Wert nicht als Tauschsollwert verwendet, sondern im RAM als (erster) Sollwert abgelegt.

| | Byte | Wert | Format | Bedeutung |
|--------|-------------|----------------|---------------|------------------------|
| COB-ID | | 200h + Node-ID | | 1. Empfangs PDO |
| LEN | | 8 | | |
| Daten | 1, 2 | | Festpunkt | Sollwert des 1. Kanals |
| | 3, 4 | | Festpunkt | Sollwert des 2. Kanals |
| | 5, 6 | | Festpunkt | Sollwert des 3. Kanals |
| | 7, 8 | | Festpunkt | Sollwert des 4. Kanals |

| | Byte | Wert | Format | Bedeutung |
|--------|-------------|----------------|---------------|------------------------|
| COB-ID | | 300h + Node-ID | | 2. Empfangs PDO |
| LEN | | 8 | | |
| Daten | 1, 2 | | Festpunkt | Sollwert des 5. Kanals |
| | 3, 4 | | Festpunkt | Sollwert des 6. Kanals |
| | 5, 6 | | Festpunkt | Sollwert des 7. Kanals |
| | 7, 8 | | Festpunkt | Sollwert des 8. Kanals |

| | Byte | Wert | Format | Bedeutung |
|--------|-------------|----------------|---------------|------------------------------|
| COB-ID | | 400h + Node-ID | | 3. Empfangs PDO |
| LEN | | 8 | | |
| Daten | 1 | | Unsigned8 | Reglerfunktion des 1. Kanals |
| | 2 | | Unsigned8 | Reglerfunktion des 2. Kanals |
| | 3 | | Unsigned8 | Reglerfunktion des 3. Kanals |
| | 4 | | Unsigned8 | Reglerfunktion des 4. Kanals |
| | 5 | | Unsigned8 | Reglerfunktion des 5. Kanals |
| | 6 | | Unsigned8 | Reglerfunktion des 6. Kanals |
| | 7 | | Unsigned8 | Reglerfunktion des 7. Kanals |
| | 8 | | Unsigned8 | Reglerfunktion des 8. Kanals |

| | Byte | Wert | Format | Bedeutung |
|--------|-------------|----------------|---------------|--|
| COB-ID | | 500h + Node-ID | | 4. Empfangs PDO |
| LEN | | 8 | | |
| Daten | 1 | | Unsigned8 | Maske für Reglerfunktion des 1. Kanals |
| | 2 | | Unsigned8 | Maske für Reglerfunktion des 2. Kanals |
| | 3 | | Unsigned8 | Maske für Reglerfunktion des 3. Kanals |
| | 4 | | Unsigned8 | Maske für Reglerfunktion des 4. Kanals |
| | 5 | | Unsigned8 | Maske für Reglerfunktion des 5. Kanals |
| | 6 | | Unsigned8 | Maske für Reglerfunktion des 6. Kanals |
| | 7 | | Unsigned8 | Maske für Reglerfunktion des 7. Kanals |
| | 8 | | Unsigned8 | Maske für Reglerfunktion des 8. Kanals |

Geänderte Bits in der Reglerfunktion werden nur dann übernommen, wenn die entsprechenden Bits im Byte "Maske für Reglerfunktion" gesetzt sind. Geänderte Bits werden ins EEPROM gespeichert.

Bitbelegung für die Reglerfunktion und die Maske (vergl. auch Kapitel 7.4.2 auf Seite 56)

| Bit-Nr. | Bedeutung |
|----------------|---------------------------------|
| 0 | Tauschsollwert aktiv |
| 1 | Anfahrschaltung |
| 2 | Störgrößenaufschaltung |
| 3 | Automatische Heizstromübernahme |
| 4 | Umschaltregler aktiv |
| 5 | Fehler löschen |
| 6 | Regler ein |
| 7 | Adaption starten |

6.4 SYNC-Objekt

Synchrone PDOs werden vom R6000 nach einer SYNC-Nachricht ausgewertet bzw. gesendet. Der R6000 muss dazu im "Operational-Mode" sein und die PDOs als synchron konfiguriert sein. Die SYNC-Nachricht vom Master ist für alle Teilnehmer im Netz bestimmt und hat sehr hohe Priorität. Das Telegramm enthält keine Daten:

| | Wert | Bedeutung |
|--------|------|-------------|
| COB-ID | 080h | SYNC |
| LEN | 0 | keine Daten |

6.5 Emergency Objekt

Tritt beim R6000 ein "Gerätefehler" auf (vergl. Index 2021, Subindex 9), sendet der R6000 ein EMCY Telegramm. Wenn alle Fehler beseitigt sind, sendet der R6000 ein EMCY Error Reset Telegramm

| | Byte | Wert | Bedeutung |
|----------------------|---------|----------------|---|
| COB-ID | | 080h + Node-ID | EMCY |
| LEN | | 8 | |
| Emergency Error Code | 1, 2 | FFxxh 0000h | neuer Fehler aufgetreten ein Fehler behoben |
| Error Register | 3 | 21h 00h | Fehler (noch) vorhanden (Generic + Device specific Error) kein Fehler mehr vorhanden |
| Daten | 4 ... 8 | 0 | nicht benutzt |

Im Lowbyte des Emergency Error Codes ist der Gerätefehler auf ein Byte komprimiert eingefügt:

| Bit-Nr. | Bedeutung |
|---------|------------------------------------|
| 0 | Analogteilfehler |
| 1 | Übersteuerung Heizstromüberwachung |
| 2 | Ungültige Merkmalskombination |
| 3 | Vergleichsstellenfehler |
| 4 | EEPROM-Fehler |
| 5 | Sammel-Ausgangsfehler |
| 6 | Mapping-Fehler |
| 7 | -- |

Im Objekt 1003h kann die Fehler-Historie abgefragt werden. Im Subindex 0 ist die Anzahl der gespeicherten Fehler enthalten, ab Subindex 1 können die gespeicherten Emergency Error Codes gelesen werden, deren Lowbytes die komprimierten Gerätefehler enthalten.

Eine detaillierte Abfrage des Gerätefehlers bzw. eine Quittierung einzelner Fehlerbits erfolgt über SDOs auf Index 2021, Subindex 9 (vergl. auch Kapitel 7.4.3 auf Seite 56)

6.6 NMT Objekt

Mit dem Network Management kontrolliert der Master die Slaves im CANopen-Netz. Der R6000 unterstützt die angegebenen Command Specifier (CS):

| | Byte | Wert | Bedeutung |
|---------|------|---------------------------------|--|
| COB-ID | | 000h | NMT |
| LEN | | 2 | |
| CS | 1 | 01h 02h 80h 81h 82h | Enter Operational Mode Stop Remote Enter Pre Operational Mode Reset Knoten Reset Kommunikation |
| NODE-ID | 2 | 00h 01h ... 7Fh | für alle nur für angegebenen Knoten |

Die einzelnen Befehle betreffen das Verhalten des R6000 im CANopen-Netzwerk und haben keinen Einfluss auf die Reglerfunktionen. Ausnahme: CS = 81h führt einen Reset des R6000 durch. (Wie nach Unterbrechung der Hilfsspannung)

6.7 Objektverzeichnis

In diesem Kapitel wird nur auf den herstellerspezifischen Teil des Objektverzeichnisses (Index 2000h bis 5FFFh) eingegangen. Die Indizes der Objekte sind von den Parameterindizes abgeleitet (vergl. Kapitel 7 auf Seite 54). Die vollständige Beschreibung ist dort zu finden. Das in der Spalte Typ angegebene Format "Festpunkt" ist das Format "Int16", der Wert ist in 1/10 der physikalischen Einheit angegeben.

| Index (hexadezimal) | Objekt | Name | Typ | Attribut |
|-----------------------------|-----------|--|------------|----------|
| Temperaturparameter | | | | |
| 2000 | Array[8] | Sollwert | Festpunkt | RW |
| 2001 | Array[8] | Erster oberer Grenzwert | Festpunkt | RW |
| 2002 | Array[8] | Erster unterer Grenzwert | Festpunkt | RW |
| 2003 | Array[8] | Tauschsollwert | Festpunkt | RW |
| 2004 | Array[8] | Zweiter oberer Grenzwert | Festpunkt | RW |
| 2005 | Array[8] | Zweiter unterer Grenzwert | Festpunkt | RW |
| 2006 | Array[8] | Minimaler Sollwert | Festpunkt | RW |
| 2007 | Array[8] | Maximaler Sollwert | Festpunkt | RW |
| 200A | Array[8] | Anfahr-Sollwert | Festpunkt | RW |
| 200B | Array[8] | Verweildauer beim Anfahren | Festpunkt | RW |
| 200C | Array[8] | Istwert-Korrektur | Festpunkt | RW |
| 200D | Array[8] | Istwert-Faktor | Festpunkt | RW |
| 200E | Array[8] | Sollwertrampe aufwärts | Festpunkt | RW |
| 200F | Array[8] | Sollwertrampe abwärts | Festpunkt | RW |
| Regelparame | | | | |
| 2010 | Array[8] | Proportionalband Heizen | Festpunkt | RW |
| 2011 | Array[8] | Proportionalband Kühlen | Festpunkt | RW |
| 2012 | Array[8] | Totzone | Festpunkt | RW |
| 2014 | Array[8] | Strecken-Verzugszeit | Festpunkt | RW |
| 2015 | Array[8] | Zykluszeit | Festpunkt | RW |
| 2016 | Array[8] | Steller-Stellgrad | Int8 | RW |
| 2017 | Array[8] | Anfahr-Stellgrad | Int8 | RW |
| 2018 | Array[8] | Motorstellzeit | Festpunkt | RW |
| 2019 | Array[8] | Störgrößen-Stellgrad | Int8 | RW |
| 201C | Array[8] | Minimaler Stellgrad | Int8 | RW |
| 201D | Array[8] | Maximaler Stellgrad | Int8 | RW |
| 201E | Array[8] | Führerfehler-Stellgrad | Int8 | RW |
| 201F | Array[8] | Schalthysterese | Festpunkt | RW |
| Steueranweisungen | | | | |
| 2020 | Array[8] | Reglerfunktion | Unsigned8 | RW |
| 2021 | Array[12] | Fehlerstatus | Unsigned16 | RW |
| 2022 | Array[8] | Reglerkonfiguration | Unsigned16 | RW |
| 2024 | Array[9] | Reglerstatus, Meldewort | Unsigned16 | RO |
| 2028 | Array[8] | Handstellgrad | Int8 | RW |
| 2029 | Array[8] | Kanalfehlermaske | Unsigned16 | RW |
| 202A | Array[8] | Sammelfehlermaske | Unsigned16 | RW |
| Gerätespezifikation | | | | |
| 2031 | Var | Gerätemerkmal | Unsigned8 | RO |
| 2032 | Var | Dimension / Gerätesteuerung | Unsigned8 | RW |
| 2033 | Array[8] | Fühlertyp | Unsigned8 | RW |
| 2036 | Array[8] | Grenzwert-Konfiguration | Unsigned8 | RW |
| 2037 | Array[20] | Ausgangskonfiguration | Unsigned8 | RW |
| Heizstromüberwachung | | | | |
| 2060 | Array[8] | Heizstrom-Nennwert | Festpunkt | RW |
| 2064 | Var | Summenstrom-Wandlerverhältnis | Festpunkt | RW |
| 2069 | Var | Sekundär-Spannung Heizspannungs-Wandler | Festpunkt | RW |
| Schnittstelle | | | | |
| 20A0 | Var | RS-232- / RS485-Schnittstellen-Konfiguration | Unsigned8 | RO |
| Temporäre Werte | | | | |
| 20B0 | Array[8] | Aktueller Sollwert | Festpunkt | RO |
| 2100 | Array[8] | Aktueller Istwert | Festpunkt | RO |
| 2101 | Array[8] | Aktueller Stellgrad | Int8 | RO |
| 2102 | Array[8] | Aktueller Heizstrom | Festpunkt | RO |
| 2103 | Var | Aktuelle Heizspannung | Festpunkt | RO |
| 2120 | Array[8] | Maske für Reglerfunktion | Unsigned8 | RW |
| 2121 | Array[8] | komprimierter Kanalfehlerstatus | Unsigned8 | RO |

7 Geräteparameter

Alle Einstellparameter und Daten des R6000 sind nach funktioneller Zusammengehörigkeit in Parametergruppen einsortiert. Zusammen mit den Zyklusdaten und Ereignisdaten ist damit die komplette Bedienung des R6000 über die Busschnittstelle möglich. Bei der Profibus-DP-Schnittstelle werden immer alle Parameter eines Parameterindex übertragen, bei der EN 60870-Schnittstelle können auch Parameter einzelner Kanäle ausgewählt werden.

7.1 Übersicht

| Hauptgruppe | PI | Wert | Format | vK, bK, PN | Anzahl | Bemerkung |
|-------------|----|---|----------|------------|--------|-----------|
| 0 | | Temperaturparameter | | | | |
| | 00 | Sollwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 01 | Erster oberer Grenzwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 02 | Erster unterer Grenzwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 03 | Tauschsollwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 04 | Zweiter oberer Grenzwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 05 | Zweiter unterer Grenzwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 06 | Minimaler Sollwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 07 | Maximaler Sollwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 0a | Anfahr-Sollwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 0b | Verweildauer (beim Anfahren) | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 0c | Istwert-Korrektur | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 0d | Istwert-Faktor | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 0e | Sollwertrampe aufwärts | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 0f | Sollwertrampe abwärts | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| 1 | | Regelparame | | | | |
| | 10 | Proportionalband Heizen (Xpl) | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 11 | Proportionalband Kühlen (Xpl) | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 12 | Totzone | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 14 | Strecken-Verzugszeit (Tu) | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 15 | Zykluszeit | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 16 | Steller-Stellgrad | ± 7 Bit | ✓ | 8 | |
| | 17 | Anfahr-Stellgrad | ± 7 Bit | ✓ | 8 | |
| | 18 | Motorstellzeit | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 19 | Störgrößen-Stellgrad | ± 7 Bit | ✓ | 8 | |
| | 1c | Minimaler Stellgrad | ± 7 Bit | ✓ | 8 | |
| | 1d | Maximaler Stellgrad | ± 7 Bit | ✓ | 8 | |
| | 1e | Fehlerfehler-Stellgrad | ± 7 Bit | ✓ | 8 | |
| | 1f | Schalthysterese | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| 2 | | Steueranweisungen | | | | |
| | 20 | Reglerfunktion | 8 Bit | ✓ | 8 | |
| | 21 | Fehlerstatus | 16 Bit | ✓ | 12 | |
| | 22 | Reglerkonfiguration | 16 Bit | ✓ | 8 | |
| | 24 | Reglerstatus, Meldewort | 16 Bit | ✓ | 9 | Nur lesen |
| | 28 | Handstellgrad | ± 7 Bit | ✓ | 8 | |
| | 29 | Kanalfehlermaske | 16 Bit | ✓ | 8 | |
| | 2a | Sammelfehlermaske | 16 Bit | ✓ | 8 | |
| 3 | | Gerätespezifikationen | | | | |
| | 30 | Gerätekennung | 8 Bit | | 1 | Nur lesen |
| | 31 | Gerätemerkmal | 8 Bit | | 1 | Nur lesen |
| | 32 | Dimension / Gerätesteuerung | 8 Bit | | 1 | |
| | 33 | Fühlertyp | 8 Bit | ✓ | 8 | |
| | 35 | Software-Version | 8 Bit | | 1 | Nur lesen |
| | 36 | Grenzwertkonfiguration | 8 Bit | ✓ | 8 | |
| | 37 | Ausgangskonfiguration | 8 Bit | ✓ | 20 | |
| 6 | | Heizstromüberwachung | | | | |
| | 60 | Heizstrom-Nennwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | |
| | 64 | Summenstrom-Wandler-Verhältnis | ± 15 Bit | ✓ | 1 | |
| | 69 | Sekundär-Spannung Heizspannungs-Wandler | ± 15 Bit | ✓ | 1 | |
| A | | Schnittstellen | | | | |
| | A0 | Schnittstellen-Konfiguration | 8 Bit | | 1 | |
| | A1 | CAN-Baudrate | 8 Bit | | 1 | |
| B | | Temporäre Werte | | | | |
| | B0 | Aktueller Sollwert | ± 15 Bit | ✓ | 8 | Nur lesen |

7.2 Hauptgruppe 0: Temperaturparameter

7.2.1 Tabelle der Parameterindizes

| PI | Parameterbezeichnung | Einheit | Format | Anzahl | Einstellbereich | Bemerkung |
|-----|------------------------------|------------|----------|--------|--|--|
| 00h | Sollwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | minimaler ... maximaler Sollwert | |
| 01h | Erster oberer Grenzwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | 0 ° = off, -MbU ... +MbU *) | Bei Grenzwert relativ |
| | | | | | 0 ° = off, -MbU ... +MbU | Bei GW absolut und Differenzregler |
| | | | | | 0 °C / 32 °F = off, MbA ... MbE | Bei GW absolut und Absolutwertregler |
| 02h | Erster unterer Grenzwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | Wie PI = 01h | Wie PI = 01h |
| 03h | Tauschsollwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | Wie PI = 00h | Wie PI = 00h |
| 04h | Zweiter oberer Grenzwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | Wie PI = 01h | Wie PI = 01h |
| 05h | Zweiter unterer Grenzwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | Wie PI = 01h | Wie PI = 01h |
| 06h | Minimaler Sollwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | MbA ... maximaler Sollwert *) -MbU ... maximaler Sollwert | Bei Absolutwertregler Bei Differenzregler |
| 07h | Maximaler Sollwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | Minimaler Sollwert ... MbE *) Minimaler Sollwert ... MbU | Bei Absolutwertregler Bei Differenzregler |
| 0Ah | Anfahr-Sollwert | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | Wie PI = 00h | Wie PI = 00h |
| 0Bh | Verweildauer (beim Anfahren) | 0,1 s | ± 15 Bit | 8 | 0 ... 30000 | |
| 0Ch | Istwert-Korrektur | 0,1° | | 8 | -MbU ... +MbU *) | |
| 0Dh | Istwert-Faktor | % / 0,1° | ± 15 Bit | 8 | 10,0 ... 1800,0 % / °C | |
| 0Eh | Sollwertrampe aufwärts | 0,1° / min | ± 15 Bit | 8 | 0 = off, 1 ... MbU *) | |
| 0Fh | Sollwertrampe abwärts | 0,1° / min | ± 15 Bit | 8 | 0 = off, 1 ... MbU *) | |

*) MbA = Messbereichs-Anfang, MbE = Messbereichs-Ende, MbU = Messbereichs-Umfang

7.2.2 Einheit und Einstellbereich

Einheiten und Einstellbereiche bei Temperaturparametern sind abhängig von

- der konfigurierten **Dimension** für die Regelgröße (PI = 32h)
- dem konfigurierten **Fühlertyp** (PI = 33h)

| Fühlertyp | | Mess-Anfang | | Mess-Ende | | Verpolung / Kurzschluss | | Fühlerbruch | |
|-----------|----------------------|-------------|------|-----------|------|-------------------------|------|-----------------------|------------------------|
| Wert | Typ | °C | °F | °C | °F | °C | °F | °C | °F |
| 0 | J | 0 | 32 | 900 | 1652 | -20 | -4 | 942,3 | 1728,1 |
| 1 | L | 0 | 32 | 900 | 1652 | -20 | -4 | 900 | 1652 |
| 2 | K | 0 | 32 | 1300 | 2372 | -20 | -4 | 1366,7 | 2492,1 |
| 3 | B | 0 | 32 | 1800 | 3272 | -20 | -4 | 1802,3 | 3276,1 |
| 4 | S | 0 | 32 | 1750 | 3182 | -20 | -4 | 1768,1 | 3214,6 |
| 5 | R | 0 | 32 | 1750 | 3182 | -20 | -4 | 1768,1 | 3214,6 |
| 6 | N | 0 | 32 | 1300 | 2372 | -20 | -4 | 1300 | 2372 |
| 7 | E | 0 | 32 | 700 | 1292 | -20 | -4 | 715,3 | 1319,5 |
| 8 | T | 0 | 32 | 400 | 752 | -20 | -4 | 400 | 752 |
| 9 | U | 0 | 32 | 600 | 1112 | -20 | -4 | 600 | 1112 |
| 10 | Linear ¹⁾ | 0 mV | | 50 mV | | -5 mV | | 60 mV | |
| 11 | Pt100 | -100 | -148 | 500 | 932 | -120 | -184 | ca. 650 ²⁾ | ca. 1200 ²⁾ |
| 12 | Ni100 | -50 | -58 | 250 | 482 | -60 | -76 | 250 | 482 |

1) Als Temperatur skalierbar, Kapitel 2.2.13 auf Seite 12 beachten!

2) Je nach Leitungswiderstand.

Bei den Sollwertrampen sind die Einheiten abhängig von der Dimension °C / min bzw. °F / min.

7.3 Hauptgruppe 1: Regelparameter

7.3.1 Tabelle der Parameterindizes

| Pl | Parameterbezeichnung | Einheit | Format | Anzahl | Einstellbereich | Bemerkung |
|-----|-------------------------|---------|----------|--------|-------------------------|-----------|
| 10h | Proportionalband Heizen | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | 0 ... MbU | *) |
| 11h | Proportionalband Kühlen | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | 0 ... MbU | *) |
| 12h | Totzone | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | 0 ... MbU | *) |
| 14h | Strecken-Verzugszeit | 0,1 s | ± 15 Bit | 8 | 0 ... 30000 | |
| 15h | Zykluszeit | 0,1 s | ± 15 Bit | 8 | 1 ... 3000 | |
| 16h | Steller-Stellgrad | % | ± 7 Bit | 8 | Min. ... max. Stellgrad | |
| 17h | Anfahr-Stellgrad | % | ± 7 Bit | 8 | Min. ... max. Stellgrad | |
| 18h | Motorstellzeit | 0,1 s | ± 15 Bit | 8 | 10 ... 6000 | |
| 19h | Störgrößen-Stellgrad | % | ± 7 Bit | 8 | Min. ... max. Stellgrad | |
| 1Ch | Minimaler Stellgrad | % | ± 7 Bit | 8 | -100 ... 0 | |
| 1Dh | Maximaler Stellgrad | % | ± 7 Bit | 8 | 0 ... +100 | |
| 1Eh | Fühlerfehler-Stellgrad | % | ± 7 Bit | 8 | Min. ... max. Stellgrad | |
| 1Fh | Schalthysterese | 0,1° | ± 15 Bit | 8 | 0 ... MbU | *) |

*) MbU = Messbereichs-Umfang

7.4 Hauptgruppe 2: Steueranweisungen

7.4.1 Tabelle der Parameterindizes

| Pl | Parameterbezeichnung | Einheit | Format | Anzahl | Einstellbereich | Bemerkung |
|-----|---|---------|---------------------------|-------------|----------------------------------|---------------------|
| 20h | Reglerfunktion | Bit | 8 Bit | 8 | Siehe Kapitel 7.4.2 auf Seite 56 | |
| 21h | Kanalfehlerstatus Gerätefehlerstatus Ausgangsfehler | Bit | 16 Bit 16 Bit 8 Bit | 8 1 6 | Siehe Kapitel 7.4.3 auf Seite 56 | Siehe Ereignisdaten |
| 22h | Reglerkonfiguration | Bit | 16 Bit | 8 | Siehe Kapitel 7.4.4 auf Seite 58 | |
| 24h | Reglerstatus, Meldewort | Bit | 16 Bit | 9 | Siehe Kapitel 7.4.5 auf Seite 58 | Nur lesen |
| 28h | Handstellgrad | % | ± 7 Bit | 8 | Min. ... max. Stellgrad | Nur bei Handbetrieb |
| 29h | Kanalfehlermaske | Bit | 16 Bit | 8 | Siehe Kapitel 7.4.6 auf Seite 59 | |
| 2Ah | Sammelfehlermaske | Bit | 16 Bit | 8 | Siehe Kapitel 7.4.7 auf Seite 59 | |

7.4.2 Reglerfunktion

Pl = 20h bzw. Funktionswahl bei Steuerung über Binäreingang

| Bit-Nummer | Bedeutung | Bemerkung |
|------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 0 | Tauschsollwert aktiv | |
| 1 | Anfahrschaltung | |
| 2 | Störgrößenaufschaltung | 1) |
| 3 | Automatische Heizstromübernahme | Nur über Schnittstelle zu stoppen 1) |
| 4 | Umschaltregler aktiv | 1) |
| 5 | Fehler löschen | 1) |
| 6 | Regler ein | |
| 7 | Adaption starten | Nur über Schnittstelle zu stoppen |

1) Gerätereset löscht Bit

7.4.3 Fehlerstatus

Pl = 21h

Die Belegung der Daten ist identisch zur Belegung der Ereignisdaten des EN 60870- und Profibus-DP-Protokolls.

Die Angabe „von Kanal bis Kanal“ bezieht sich auf 16-Bit-Worte, d.h.

Kanal 1 ... 8 \triangleq Kanalfehlerstatus 1 ... 8

Kanal 9 \triangleq Gerätefehlerstatus

Kanal 10 ... 12 \triangleq Ausgangsfehler

Manche Fehler müssen quittiert werden (vergl. Tabellen):

Dies geschieht dadurch, dass man die entsprechenden Fehlerbits auf 0 setzt. Die übergebenen Fehlerstatusworte (Regelkreis, Gerät) werden mit den im Regler vorhandenen über die AND-Funktion bitweise verknüpft, so dass im Fehlerstatuswort einzelne Bits gelöscht werden können, wenn Fehler der Reihe nach beseitigt werden. Ebenso werden Fehler, die während des Telegrammsendens auftreten nicht gelöscht.

Bit-Belegung Kanalfehlerstatus

| Bit-Nummer | Bedeutung | Bemerkung |
|------------|--|-----------|
| 0 | Fühlerbruch | |
| 1 | Verpolung | |
| 2 | Zweiter oberer Grenzwert überschritten | 1) 3) |
| 3 | Erster oberer Grenzwert überschritten | 1) 3) |
| 4 | Erster unterer Grenzwert unterschritten | 1) 3) |
| 5 | Zweiter unterer Grenzwert unterschritten | 1) 3) |
| 6 | Parameter unzulässig | 2) |
| 7 | Heizstrom nicht aus bei abgeschaltetem Stellsignal | |
| 8 | Heizstrom zu klein bei aktivem Stellsignal | |
| 9 | Heizkreis-Fehler | 2) 3) |
| 10 | Fehler beim Start der Adaption | 2) 3) |
| 11 | Fehler bei Adaption und Abbruch | 2) 3) |
| 12 ... 15 | — | |

1) muss bei Alarmspeicherung quittiert werden

2) muss quittiert werden

3) kann über Binäreingang quittiert werden

Bit-Belegung Gerätefehlerstatus

| Bit-Nummer | Bedeutung | Bemerkung |
|------------|-------------------------------|-------------------------|
| 0 | Analogteilfehler | Error-LED leuchtet |
| 1 | Übersteuerung Heizstrom 1 | |
| 2 | Übersteuerung Heizstrom 2 | |
| 3 | Übersteuerung Heizstrom 3 | |
| 4 | Übersteuerung Heizspannung | |
| 5 | Ungültige Merkmalskombination | 2) / Error-LED leuchtet |
| 6 | Vergleichstellen-Fehler | |
| 7 | EEPROM-Fehler | 2) / Error-LED leuchtet |
| 8 | Sammel-Ausgangsfehler | Error-LED leuchtet |
| 9 | Mapping-Fehler | 2) |
| 10 ... 15 | — | |

2) muss quittiert werden

Bit-Belegung Ausgangsfehler 1 ... 3

Bits sind gesetzt, wenn der Ausgang kurzgeschlossen, d.h. wenn der Ausgang aktiv ist, aber kein Signal an der Klemme ansteht.

| Ausgangsfehler 1 | |
|------------------|---------|
| Bit-Nummer | Ausgang |
| 0 ... 7 | 1 ... 8 |

| Ausgangsfehler 2 | |
|------------------|----------|
| Bit-Nummer | Ausgang |
| 0 ... 7 | 9 ... 16 |

| Ausgangsfehler 3 | |
|------------------|-----------|
| Bit-Nummer | Ausgang |
| 0 ... 3 | 17 ... 20 |
| 4 ... 7 | — |

Bit-Belegung Ausgangsfehler 4 ... 6

Bits sind gesetzt, wenn der Ausgang inaktiv ist, aber ein Signal an der Klemme ansteht.

| Ausgangsfehler 4 | |
|------------------|---------|
| Bit-Nummer | Ausgang |
| 0 ... 7 | 1 ... 8 |

| Ausgangsfehler 5 | |
|------------------|----------|
| Bit-Nummer | Ausgang |
| 0 ... 7 | 9 ... 16 |

| Ausgangsfehler 6 | |
|------------------|-----------|
| Bit-Nummer | Ausgang |
| 0 ... 3 | 17 ... 20 |
| 4 ... 7 | — |

7.4.4 Reglerkonfiguration

PI = 22h

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung | Bemerkung |
|------------|------------------------------------|---|---|
| 0 ... 2 | 0 1 2 3 4, 5 6 7 | Reglertyp Kanal unbenutzt Messen Steller Grenzsignalgeber PDPI-Regler Proportional-Glied Reserviert | |
| 3 ... 5 | 0 1 2 3 4 5 ... 7 | Reglerart Festwertregler Differenzregler Führungsregler Folgeregler Umschaltregler Reserviert | |
| 6 ... 8 | 0 ... 7 | Partnerkanal | Für Differenz-, Folge- und Umschaltregler |
| 9, 10 | 0 1 ... 3 | Gruppe Keine Gruppe Gruppennummer | |
| 11 | 0 / 1 | Istwertführung | aus / ein |
| 12 | 0 / 1 | Heißkanal | aus / ein |
| 13 | 0 / 1 | Wasserkühlung | aus / ein |
| 14 | 0 / 1 | adaptive Messwertkorrektur | aus / ein |
| 15 | 0 / 1 | Hand statt Aus | aus / ein |

7.4.5 Reglerstatus, Meldewort

PI = 24h

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung | Bemerkung |
|---------------|-------------------|--|--|
| 0 ... 3 | 0, 1 ... 15 | Optimierungsphase | 0: Keine Optimierung |
| 4, 5 | 0,1,2 | Rampe aktiv | 0: Keine Rampe 1: Aufwärts 2: Abwärts |
| 6, 7 | 0,1,2 | Anfahren aktiv | 0: Kein Anfahren 1: Anfahr-Stellgrad aktiv 2: Verweildauer aktiv |
| 8 | 0/1 | Istwertführung inaktiv/aktiv | Reglerstatus (Kanal 1 ... 8) |
| 9 | 0/1 | 1: langsamster Kanal der Gruppe bei Istwertführung | |
| 10, 11 | 0 | nicht verwendet | |
| 12 ... 14 | 0 ... 7 | Mapping-Adresse | |
| 15 | 0/1 | Mapping fertig | |
| 0 ... 7 | 0/1 ... 0/1 | Zustand der Meldeeingänge | Meldewort (Kanal 9) |
| 8 ... 15 | 0 | nicht verwendet | |

7.4.6 Kanalfehlermaske

PI = 29h

| Bit-Nummer | Bedeutung |
|------------|--|
| 0 | Fühlerbruch |
| 1 | Verpolung |
| 2 | Zweiter oberer Grenzwert überschritten |
| 3 | Erster oberer Grenzwert überschritten |
| 4 | Erster unterer Grenzwert unterschritten |
| 5 | Zweiter unterer Grenzwert unterschritten |
| 6 | Parameter unzulässig |
| 7 | Heizstrom nicht aus bei abgeschaltetem Stellsignal |
| 8 | Heizstrom zu klein bei aktivem Stellsignal |
| 9 | Heizkreis-Fehler |
| 10 | Fehler beim Start der Adaption |
| 11 | Fehler bei Adaption und Abbruch |
| 12 ... 15 | — |

7.4.7 Sammelfehlermaske

PI = 2Ah

| Bit-Nummer | Bedeutung |
|------------|--|
| 0 | Fühlerbruch |
| 1 | Verpolung |
| 2 | Zweiter oberer Grenzwert überschritten |
| 3 | Erster oberer Grenzwert überschritten |
| 4 | Erster unterer Grenzwert unterschritten |
| 5 | Zweiter unterer Grenzwert unterschritten |
| 6 | Parameter unzulässig |
| 7 | Heizstromüberwachungs-Fehler |
| 8 | Heizkreis-Fehler |
| 9 | Fehler bei der Adaption |
| 10 | Analogfehler |
| 11 | Übersteuerung Heizstromüberwachung |
| 12 | Ungültige Merkmalskombination |
| 13 | Vergleichsstellen-Fehler |
| 14 | EEPROM-Fehler |
| 15 | Sammel-Ausgangsfehler |

7.5 Hauptgruppe 3: Gerätespezifikation

7.5.1 Tabelle der Parameterindizes

| PI | Parameterbezeichnung | Einheit | Format | Anzahl | Einstellbereich | Bemerkung |
|-----|-----------------------------|---------|--------|--------|----------------------------------|-----------|
| 30h | Gerätekennung | Bit | 8 Bit | 1 | 60h | Nur lesen |
| 31h | Gerätebestückung | Bit | 8 Bit | 1 | Siehe Kapitel 7.5.2 auf Seite 60 | Nur lesen |
| 32h | Dimension / Gerätesteuerung | Bit | 8 Bit | 1 | Siehe Kapitel 7.5.3 auf Seite 60 | |
| 33h | Fühlertyp | Bit | 8 Bit | 8 | Siehe Kapitel 7.2.2 auf Seite 55 | |
| 35h | Software-Version | Bit | 8 Bit | 1 | (z.B. 57h = V5.7) | Nur lesen |
| 36h | Grenzwertkonfiguration | Bit | 8 Bit | 8 | Siehe Kapitel 7.5.4 auf Seite 60 | |
| 37h | Ausgangskonfiguration | Bit | 8 Bit | 20 | Siehe Kapitel 7.5.5 auf Seite 61 | |

7.5.2 Gerätebestückung

PI = 31h

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung | Bemerkung |
|------------|------------------|--|--|
| 0 | 0 1 | Ausführung Serienausführung OEM-Version von Hard- und Software | |
| 1 | 0 1 | Protokoll der RS-232/RS-485-Schnittstelle EN 60870 Modbus | Merkmal F1, F2, F4, F5 Merkmal F3, F6 |
| 2 | 0 0 1 0 | Protokoll der Busschnittstelle Für CAN: CANOpen DeviceNet Für Profibus-DP: EN 50170 | Merkmal F1 Merkmal F5 Merkmal F2, F6 |
| 3 ... 5 | 0 1 2 | Busschnittstelle nur RS-485 CAN Profibus-DP | Merkmal F3, F4 Merkmal F1, F5 Merkmal F2, F6 |
| 6, 7 | 0 1 2 | A-Merkmale 16 binäre Ein- / Ausgänge 20 binäre Ein- / Ausgänge 16 binäre Ein- / Ausgänge, 4 stetige Ausgänge | Merkmal A0 Merkmal A1 Merkmal A2 |

7.5.3 Dimension Regelgröße und Gerätesteuerung

PI = 32h

| Schreiben | | Lesen | | Bedeutung |
|------------|---------------------------------|------------|---------------------|---|
| Bit-Nummer | Code / Wert | Bit-Nummer | Wert | |
| 0 | 0 / 1 | 0 | 0 / 1 | Dimension Regelgröße °C / °F |
| 1 ... 3 | 0 | 1 ... 3 | 0 | nicht verwendet |
| 0 ... 7 | 0Fh 1Eh 1Fh 2Eh 2Fh | 4 ... 7 | nicht rücklesbar | Standardwerkseinstellung in aktuellen Parametersatz laden Aktuellen Parametersatz in Parametersatz 1 speichern Parametersatz 1 in aktuellen Parametersatz laden Aktuellen Parametersatz in Parametersatz 2 speichern Parametersatz 2 in aktuellen Parametersatz laden |
| | AAh | | Ah | Überprüfung Zuordnung Fühler/Heizung |
| | AAh | | 0h | starten / läuft stoppen / beendet |

7.5.4 Grenzwertfunktion und Heizkreisüberwachung

PI = 36h

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|-------|---|
| 0 | 0 / 1 | Alarm 1: Einstellung relativ / absolut zum Sollwert |
| 1 | 0 / 1 | Alarm 1: Anfahrunterdrückung inaktiv / aktiv |
| 2 | 0 / 1 | Alarm 2: Einstellung relativ / absolut zum Sollwert |
| 3 | 0 / 1 | Alarm 2: Anfahrunterdrückung inaktiv / aktiv |
| 4 | 0 / 1 | Heizkreisüberwachung inaktiv / aktiv |
| 5 | 0 / 1 | Begrenzer inaktiv / aktiv |
| 6 | 0 / 1 | Alarm 1: Speicherung inaktiv / aktiv |
| 7 | 0 / 1 | Alarm 2: Speicherung inaktiv / aktiv |

7.5.5 Ausgangskonfiguration

PI = 37h

Sind alle Bits = 0, ist der Ausgang inaktiv und hat als Eingang keine Funktion.

Die Konfigurationsmöglichkeit des stetigen Ausgangs beschränkt sich auf Stellgrößenausgabe.

Ausgangskonfiguration eines Ausgangs für Normalkonfiguration (Bit 0 = 0, Bit 1 = 1)

| Bit-Nummer | Wert | Schaltender Ausgang Stellgröße | Schaltender Ausgang Alarm | Stetiger Ausgang |
|------------|---------|--------------------------------|---------------------------|-------------------|
| 0 | 0 | | Ausgang | |
| 1 | 1 | | Normal | |
| 2 ... 4 | 0 ... 7 | | Kanalnummer | |
| 5 | 0 / 1 | Heizen / Kühlen | - / - | Heizen / Kühlen |
| 6 | 0 / 1 | Mehr / Weniger | Arbeits- / Ruhestrom | Dead- / Live zero |
| 7 | 0 / 1 | 0 = Stellgröße | 1 = Alarm | Stellgröße |

Ausgangskonfiguration eines Ausgangs für Sonderkonfiguration (Bit 0 = 0, Bit 1 = 0)

| Bit-Nummer | Wert | Schaltender Ausgang | Stetiger Ausgang |
|------------|-----------|---------------------------------------|-------------------|
| 0 | 0 | | Ausgang |
| 1 | 0 | | Sonder |
| 2 ... 6 | 0 ... 9 | Sammelfehler-Auswahl (siehe Seite 61) | Ausgabe von Null |
| | 10 ... 31 | Reserviert | Reserviert |
| 7 | 0 / 1 | Arbeits- / Ruhestrom | Dead- / Live zero |

Ausgangskonfiguration eines Eingangs für Normalkonfiguration (Bit 0 = 1, Bit 1 = 1)

| Bit-Nummer | Wert | Schaltender Ausgang | Stetiger Ausgang |
|------------|---------|---------------------------|-------------------------------|
| 0 | 1 | Eingang | Ausgang |
| 1 | 1 | | Normal |
| 2 ... 4 | 0 ... 7 | Kanalnummer | |
| 5 ... 7 | 0 ... 7 | Funktion (siehe Seite 61) | Wie Konfiguration als Ausgang |

Ausgangskonfiguration eines Eingangs für Sonderkonfiguration (Bit 0 = 1, Bit 1 = 0)

| Bit-Nummer | Wert | Schaltender Ausgang | Stetiger Ausgang |
|------------|----------|---------------------------|-------------------------------|
| 0 | 1 | Eingang | Ausgang |
| 1 | 0 | | Sonder |
| 2, 3 | 0 ... 3 | Gruppennummer | |
| 4 ... 7 | 0 ... 15 | Funktion (siehe Seite 61) | Wie Konfiguration als Ausgang |

Sammelfehler-Auswahl

| Wert | Bedeutung |
|---------|--------------------------------------|
| 0 | Ausgang abgeschaltet |
| 1 ... 8 | Sammelfehler 1 ... 8 |
| 9 | Adaption läuft oder Adoptions-Fehler |

Funktion

| Wert | Bedeutung | Bemerkung |
|------|--|--------------------------------------|
| 0 | Tauschsollwert aktiv | |
| 1 | Anfahrschaltung | |
| 2 | Störgrößenaufschaltung | |
| 3 | Automatische Heizstromübernahme starten | |
| 4 | Umschaltregler aktiv | Kanalsteuerung bzw. Gruppensteuerung |
| 5 | Fehler löschen | |
| 6 | Regler ein | |
| 7 | Adaption starten | |
| 8 | Bit 0 des Meldeworts (Reglerstatus Kanal 9) wird gesetzt | |
| ... | ... | Meldeeingang Gruppennummer = 0 |
| 15 | Bit 7 des Meldeworts (Reglerstatus Kanal 9) wird gesetzt | |

7.6 Hauptgruppe 6: Heizstromüberwachung

7.6.1 Tabelle der Parameterindizes

| Pl | Parameterbezeichnung | Einheit | Format | Anzahl | Einstellbereich | Bemerkung |
|-----|---|---------|--------------|--------|----------------------|-----------|
| 60h | Heizstrom-Nennwert | 0,1 A | ± 15 Bit | 8 | 0 = off, 1 ... 30000 | |
| 64h | Summenstrom-Wandler-Verhältnis | 0,1 A | ± 15 Bit | 1 | 0 ... 10000 | |
| 69h | Sekundär-Spannung Heizspannungs-Wandler | 0,1 V | ± 15 Bit | 1 | 0, 100 ... 500 | |

7.7 Hauptgruppe A: Schnittstellen

Über diese Funktion können die Schnittstellenparameter eingestellt werden.

Die Änderungen werden erst nach einem Reset wirksam.

7.7.1 Tabelle der Parameterindizes

| Pl | Parameterbezeichnung | Einheit | Format | Anzahl | Einstellbereich | Bemerkung |
|-----|-----------------------------|---------|--------|--------|-----------------|-----------|
| A0h | Schnittstellenkonfiguration | Bit | 8 Bit | 1 | | |
| A1h | CAN-Baudrate | Bit | 8 Bit | 1 | | |

7.7.2 Schnittstellenkonfiguration

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|------|-----------------|
| 0 ... 3 | | Baudrate |
| | 0 | 4800 |
| | 1 | 9600 |
| | 2 | 19,2 k |
| 4 ... 6 | | Parity |
| | 0 | Even |
| | 1 | Odd |
| | 2 | None |
| | 3 | Space |

7.7.3 CAN-Baudrate

| Bit-Nummer | Wert | Bedeutung |
|------------|------|----------------------|
| 0 ... 3 | | Baudrate (kB) |
| | 0 | 10 |
| | 1 | 20 |
| | 2 | 50 |
| | 3 | 100 |
| | 4 | 125 |
| | 5 | 250 |
| | 6 | 500 |
| | 7 | 800 |
| | 8 | 1000 |
| 4 ... 6 | 0 | nicht verwendet |

7.8 Hauptgruppe B: Temporäre Werte

7.8.1 Tabelle der Parameterindizes

| Pl | Parameterbezeichnung | Einheit | Format | Anzahl | Einstellbereich | Bemerkung |
|-----|----------------------|---------|--------------|--------|-----------------|-----------|
| B0h | Aktueller Sollwert | 0,1 ° | ± 15 Bit | 1 | | Nur lesen |

8 Reparatur- und Ersatzteil-Service, Mietgeräteservice

Bitte wenden Sie sich im Bedarfsfall an:

GOSSEN METRAWATT GMBH
Service-Center
Thomas-Mann-Straße 20
90471 Nürnberg • Germany
Telefon +49-(0)-911-8602-410/256
Telefax +49-(0)-911-8602-253
E-Mail service@gmc-instruments.com

Diese Anschrift gilt nur für Deutschland.

Im Ausland stehen unsere jeweiligen Vertretungen oder Niederlassungen zur Verfügung.

9 Produktsupport

Bitte wenden Sie sich im Bedarfsfall an:

GOSSEN METRAWATT GMBH
Hotline Produktsupport
Telefon +49-(0)-911-8602-784
Telefax +49-(0)-911-8602-781
E-Mail support@gmc-instruments.com

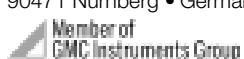
10 Schulung

Zu diesem Produkt bieten wir ein interessantes Seminar mit Praktikum an und verweisen ferner auf das Seminarthema „Digitale Regler, Ausführungen und Anwendungen“. Wir senden Ihnen gerne einen Seminarkalender zu.

GOSSEN METRAWATT GMBH
Bereich Schulung
Telefon +49-(0)-911-8602-406
Telefax +49-(0)-911-8602-724
E-Mail training@gmc-instruments.com

Gedruckt in Deutschland • Änderungen vorbehalten

GOSSEN METRAWATT GMBH
Thomas-Mann-Str. 16-20
90471 Nürnberg • Germany



Telefon +49-(0)-911-8602-0
Telefax +49-(0)-911-8602-669
E-Mail info@gmc-instruments.com
www.gmc-instruments.com

