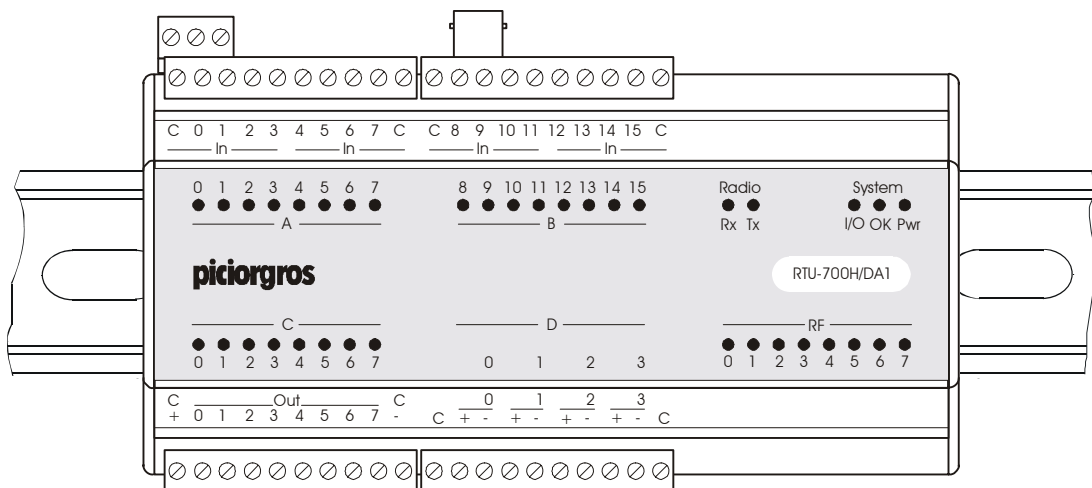


RTU-710H

Funkmodem Unterstation mit binären und analogen E/A

Version 4.90



Claudiastr. 5
51149 Köln-Porz
www.piciorgros.com

1	HINWEISE ZU DIESER DOKUMENTATION	5
1.1	Inhalt	5
1.2	Sicherheitstechnische Hinweise.....	5
1.3	Haftungsausschluss	5
2	SOFTWAREÄNDERUNGEN	6
3	ÜBERSICHT RTU-710	9
3.1	Funktionsumfang	9
3.2	Gerätetypen	10
3.3	Zertifizierung und Zulassung.....	11
4	MECHANISCHER AUFBAU, ANSCHLÜSSE UND VERDRAHTUNG ...	12
4.1	Mechanischer Aufbau	12
4.1.1	Abmessungen	12
4.1.2	Montage.....	12
4.1.3	Demontage	12
4.1.4	Verdrahtung	12
4.2	Anschluss der Spannungsversorgung	13
4.2.1	Geräte mit festgelegter Betriebsspannung (vor April 2002).....	14
4.3	Anschluss der Ein- und Ausgänge	15
4.3.1	Binäreingänge	15
4.3.2	Binärausgänge	16
4.3.3	Analogeingänge (nur RTU-710H/DA1)	17
4.4	Betrieb mit Erweiterungsmodulen	18
4.5	Stromaufnahme und Spannungsversorgung der Erweiterungsmodule.....	19
4.6	Programmierung von PicoLogo	19
4.7	LED Funktionen.....	20
4.8	Einschaltverhalten.....	21
5	PICOLOGO® MICRO-SPS	22
6	ZUSATZFUNKTIONEN.....	23
6.1	Counter und Timer	23
6.1.1	Counter (Ereigniszähler).....	23
6.1.2	Timer (Zeitzähler)	24
6.1.3	Deaktivierung der Zählerremanenz (ab V4.10)	25
6.1.4	Schreibschutz für Zählerregister (Ab V4.90)	25
6.1.5	Zusammenfassen zweier Zähler zu 32-Bit-Zählern (ab V4.10)	25
6.2	Min- Max- und Durchschnittswerte der Analogeingänge	26
6.3	Impulsübertragung (Punkt-zu-Punkt-Verbindung).....	29
6.3.1	Betrieb eines Verbundwasserzählers	29

6.3.2	Betriebsarten der Impulsübertragung.....	30
6.3.2.1	<i>Impulsgenaue</i> Übertragung (Werksvoreinstellung).....	30
6.3.2.2	Frequenzgenaue Ausgabe	31
6.3.3	Ausgabe der Impulse auf einem Analogausgang.....	32
6.3.3.1	Beispiel.....	33
6.3.3.2	Hinweise zur Analogausgabe.....	34
6.3.4	Verhalten bei Spannungsausfall / Reset der Unterstation	35
6.3.5	Systemgrenzen bei der Impulsübertragung.....	35
7	REGISTERBELEGUNG.....	36
7.1	Registerstruktur.....	36
7.2	Beschreibung der Registerfunktionen.....	41
7.2.1	Geräteadresse	41
7.2.2	Status.....	41
7.2.3	Register der Binär- und Analogeingänge.....	42
7.2.4	Register der Binär- und Analogausgänge	44
7.3	Mapping-Register.....	46
7.3.1	Schreibmaske für die Mapping-Register (Register 598, 599)	47
7.4	RTU-Konfigurationsregister	47
7.4.1	Konfigurationsregister Funkadresse	47
7.4.2	Konfigurationsregister Timeouts	48
7.4.3	Konfigurationsregister Zeit-Timeout (t-Timeout)	48
7.4.4	Konfigurationsregister Datensatz-Timeout (x-Timeout)	48
7.4.5	Konfigurationsregister Geräte-ID	48
7.4.6	Konfigurationsregister Software-Version.....	49
7.4.7	Konfigurationsregister Funkkanal	49
7.4.8	Konfigurationsregister Vorgabewert Funkkanal	49
7.4.9	Konfigurationsregister Sendeleistung.....	49
7.4.10	Konfigurationsregister Vorgabewert Sendeleistung.....	50
7.4.11	Konfigurationsregister Feldstärke des letzten Datensatzes	50
7.4.12	Konfigurationsregister Geräteadresse.....	50
7.4.13	Konfigurationsregister Zähler/Timerzuordnung.....	50
7.4.14	Konfigurationsregister "Impulsausgang"	51
7.4.15	Konfigurationsregister "Impuls-Gain"	52
7.4.16	Konfigurationsregister "Impuls-Offset"	52
7.4.17	Registerbelegung RTU-710H/DA1 ohne Erweiterungsmodule	53
7.4.18	Registerbelegung RTU-710H/DA2 ohne Erweiterungsmodule	53
7.4.19	Registerbelegung RTU-710H/DA3 ohne Erweiterungsmodule	54
8	BETRIEBSARTEN.....	55
8.1	Punkt-zu-Punkt Verbindung	55
8.1.1	Adressierung im Punkt-zu-Punkt Betrieb	55
8.1.2	Betriebsablauf	57

8.1.3	MoP2-Telegramme im Punkt-zu-Punkt-Betrieb.....	57
8.2	Punkt-zu-Mehrpunkt Betrieb	57
8.2.1	Adressierung im Punkt-zu-Mehrpunkt Betrieb	58
8.2.2	Betriebsablauf	59
8.2.3	MoP2-Telegramme im Punkt-zu-Mehrpunkt-Betrieb	59
8.3	Betriebsart "Pipelinebetrieb".....	60
8.3.1	Umsetzung der Betriebsart "Pipeline"	60
8.3.2	MoP2-Telegramme im Pipeline-Betrieb.....	61
8.4	User Communications Interface (UCI).....	62
8.4.1	M-Bus-Abfrage des Zählers "Kamstrup Multical" (ab V4.30).....	62
9	AUFBAU DER FUNKDATENTELEGRAMME.....	63
9.1	MoP-Protokoll.....	63
9.2	MoP2-Protokoll.....	63
9.2.1	Ansprechen der RTU-710H Register über das MoP-Protokoll	65
9.3	Betriebsart MODBUS-Slave.....	69
9.3.1	MODBUS-RTU Protokoll	69
9.3.2	MODBUS-RTU Protokoll, Brodersen-kompatibel	69
9.3.3	Ausgangsstatus lesen: Funktionscode 01 (Read Coil Status)	70
9.3.4	Eingangsstatus lesen: Funktionscode 02 (Read Input Status)	72
9.3.5	Register lesen: Funktionscode 03 (Read Holding Registers)	74
9.3.6	Einzelnen Binärausgang setzen: Funktionscode 05 (Force Single Coil)....	76
9.3.7	Mehrere Binärausgänge setzen: Funktionscode 15 (Force Multiple Coils) 78	
9.3.8	Register schreiben: Funktionscode 16 (Preset Multiple Registers).....	81
9.3.9	Diagnose: Funktionscode 08, Subcode 0000 (Loopback Test Query)	83
	DER QUITTUNGSCODE VON DER RTU-710 AN DAS LEITSYSTEM ENTSPRICHT EXAKT DEM AUFFORDERUNGSDATENSATZES.....	83
9.4	Kompatibilität zu FMC-V24/DA1 und FMC-V24/DA2	84
10	RTU-710 FÜR DEN NÖDATFU (ZEITSCHLITZ)	85
10.1	Punkt-zu-Punkt Verbindungen im Zeitschlitzverfahren.....	85
10.2	Einrichten des DCF-77 Empfängers:	86
11	STANDARD-DIP-SCHALTER BELEGUNG	87
11.1	Konfiguration über DIP-Schalter	87
11.2	Programmiermodus starten	88
11.3	Sendeleistung programmieren	89
11.4	Funkkanal programmieren	91
11.5	Betriebsart einstellen.....	92
11.6	Frequenztabellen	93
12	LEISTUNGSMERKMALE RTU-710H	99

1 Hinweise zu dieser Dokumentation

1.1 Inhalt

Diese Dokumentation informiert Sie über den Einbau, die Einstellungen und den Betrieb der Funkmodembaugruppe RTU-710. Zusätzliche Informationen dazu stehen im Internet unter www.piciorgros.com im Abschnitt FAQ zur Verfügung, insbesondere zum Thema Antenneninstallation, Betriebsreichweiten, Zusatzmodule, Softwarestände etc.

1.2 Sicherheitstechnische Hinweise

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass diese funktechnische Einrichtung Radiowellen im 400 bis 470 MHz Bereich aussendet. Diese Radiowellen können sich negativ auf in der Nähe befindliche Lebewesen oder elektronische Einrichtungen auswirken. Es ist daher unbedingt darauf zu achten, dass die Funk- sowie Antennenanlage fachgerecht von geschultem Personal errichtet wird.

Auf keinen Fall darf dieses Funkgerät ohne unsere ausdrückliche und schriftlich erteilte Genehmigung in lebenserhaltenden Systemen oder in sicherheitsrelevanten Anlagen betrieben werden.

1.3 Haftungsausschluss

Der Inhalt dieser Dokumentation wurde von uns sorgfältig mit der darin beschriebenen Hard- und Software auf Übereinstimmung überprüft. Trotzdem können wir Abweichungen nicht ausschließen, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Eventuell notwendige Korrekturen sind in der jeweils nächsten Ausgabe dieser Dokumentation berücksichtigt.

Wichtige Informationen sind in dieser Dokumentation mit **Achtung!** gekennzeichnet. Ihnen ist unbedingt Folge zu leisten. Weiterführende Erklärungen zu den jeweiligen Warnhinweisen finden sich im Internet unter www.piciorgros.com im Abschnitt FAQ

2 Softwareänderungen

Nachfolgend sind die Änderungen der einzelnen Firmwareversionen aufgeführt.

Version Firmware	Version Doku	Bemerkungen / Änderungen
1.10	1.2 Ausgabe 01/2001	RTU-700: Erste ausgelieferte Version
1.40	1.4	Es werden jetzt 16 Erweiterungsmodule am Expansion-Port unterstützt (Stromaufnahme beachten!) Zusätzliche Erweiterungsmodule wurden eingepflegt: <ul style="list-style-type: none"> • EM-UCL-16DO.N1 • EM-UCL-16DIO.P1 • EM-UCL-32DO.P1 • EM-UCL-32DO.N1 Gerät läßt sich über interne Konfigurationsschnittstelle parametrieren
1.60	1.6	Impulsübertragung bei Punkt-zu-Punkt-Strecken ist jetzt möglich.
1.62	1.62	Impulsausgabe ist jetzt auf der Masterseite optional auf dem erstem Analogausgang möglich Verbundwasserzähler mit 2 Impulsausgängen werden bei der Impulsausgabe jetzt unterstützt
1.80	1.80	RTU-700H/DA3 (16 interne Binäreingänge und 16 interne Binärausgänge) wird jetzt unterstützt Statusbit 3 "Timeout" eingeführt: Dieses Bit wird immer dann gesetzt, wenn ein x-Timeout oder t-Timeout die Ausgänge einer Station zurückgesetzt hat.
2.20	2.20	Die RTU-700 verfügt jetzt über 32 "Mapping-Register". Hier können beliebige Register aus dem Bereich der RTU-700 in einem Bereich zusammengefasst und übertragen werden Liegt ein I/O-Fehler auf dem Erweiterungsbus mindestens 5 Sekunden lang an, so werden alle Ausgänge der RTU-700 in den sicheren Zustand überführt (abgeschaltet).
	2.20B	Schreibmaske für die Mapping-Register beschrieben
3.00	3.00	Gerätevariante mit integrierter Micro-SPS "PicoLogo" hinzugefügt

3.10	3.10	Die RTU-700 unterstützt jetzt auch folgende Abfragecodes für die alten FMC-V24/DA1 und DA2: <ul style="list-style-type: none">• Code 21: V24/DA1 Einzelpolling• Code 23: V24/DA1 maskiertes Einzelpolling• Code 41: V24/DA2 Einzelpolling• Code 43: V24/DA2 maskiertes Einzelpolling• Code 28: Rücksetzen Status
3.20	3.20	Sonderbetriebsart "Pipeline" implementiert
4.00	4.00	RTU-710 <ul style="list-style-type: none">• Funkschnittstelle, Protokolle und alle Register kompatibel zu RTU-700, soweit hier nicht anders beschrieben• HF-Baugruppen SR-150 und SR-450 mit maximal 6 Watt HF-Ausgangsleistung und 16 einstellbaren HF-Leistungstufen implementiert• Das Gerät verfügt jetzt über eine externe serielle Schnittstelle zur Konfiguration der RTU und zum Download von <i>PicoLogo</i> Programmen• F-LED für die Betriebsanzeige von <i>PicoLogo</i> aktiviert• Ereignis- und Betriebsstundenzähler sind jetzt remanent und nach einem Betriebsspannungsausfall weiterhin vorhanden• Programmierung der wichtigsten Parameter über DIP-Schalter mit 5 Programmiererebenen• Erweiterter Adresskopf für das Routing über bis zu 30 Relaisstationen• Unterstützung von MoP2 Protokoll mit 16-Bit-Checksumme

4.10		<ul style="list-style-type: none"> • Ereignis- und Betriebszeitähler sind jetzt so konfigurierbar, dass diese nicht remanent sind (Kompatibilität zu RTU-700) • Zwei nebeneinander liegende Zähler können so verknüpft werden, dass sie zu einem 32-Bit-Zähler zusammengefasst werden
4.20		<ul style="list-style-type: none"> • PicoLogo V1.10 implementiert
4.30	4.30	<ul style="list-style-type: none"> • In einer Sonderversion können über die serielle Schnittstelle die Zähler "Multical" von Kamstrup per M-Bus-Protokoll abgefragt werden
4.31	4.31	<ul style="list-style-type: none"> • Das erste Mapping-Register (Konfiguration unter Register 1000) ist ab sofort nach dem Einschalten immer mit dem Statusregister 1 belegt.
4.40	4.40	<ul style="list-style-type: none"> • Die Funkdatenrate kann auf 1200 bps heruntersetzt werden. Hierzu ist Bit 9 im Betriebsartenregister 917 zu setzen.
4.50	4.50	<p>Neue MODBUS-Kommandos für die Betriebsart "MODBUS-Slave" implementiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 01: Read Coil Status • 02: Read Input Status • 05: Force Single Coil • 15: Force Multiple Coils <p>Detaillierte Beschreibung aller unterstützten MODBUS-Kommandos in die Dokumentation aufgenommen.</p>
4.70	4.70	<p>RTU-710 als Master in einer Punkt-zu-Punkt oder Punkt-zu-Mehrpunkt-Konfiguration arbeitet jetzt standardmäßig mit MoP2-Telegrammen. Dies ist abschaltbar (Betriebsartenregister 917, Bit 10 auf "1" setzen), um zu Altnetzen mit RTU-700 kompatibel zu sein.</p>
4.90	4.90	<ul style="list-style-type: none"> • RTU-710 mit umschaltbarer RS-422 / RS-485 Schnittstelle werden jetzt unterstützt • Die Zähler sind nun im Auslieferungszustand nicht mehr zurückzusetzen oder beschreibbar. Dieser Schreibschutz kann über PiConfig aufgehoben werden (Siehe Beschreibung der Zähler in diesem Dokument).

3 Übersicht RTU-710

3.1 Funktionsumfang

Die RTU-710 ist ein universelles funkgesteuertes Datenübertragungssystem für den Einsatz im industriellen Umfeld, im Wasser- und Abwasserüberwachungsbereich, bei der Pipelineüberwachung und bei vielen weiteren Anwendungen. Sie hat in der Grundkonfiguration 16 binäre Eingänge, 8 binäre Ausgänge und optional 4 Analogeingänge und kann über einen lokalen Bus durch Erweiterungsbaugruppen nahezu beliebig ausgebaut werden. Durch die Möglichkeit der Montage auf einer DIN-Schiene und der in Schraubklemmtechnik ausgeführten Anschlüsse, ist die RTU-710H besonders montagefreundlich.

Als Zusatzfunktion stehen für die 16 Eingänge des Grundmoduls jeweils Betriebsstundenzähler (Timer) und Ereigniszähler (Counter) zur Verfügung. Jeder Eingang kann somit individuell als Zähler oder als Timer konfiguriert werden. In einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung kann die als Master konfigurierte Station einen Impulsausgang besitzen. So ist die Übertragung von Impulsen über eine solche Strecke - [auch im Zeitschlitzverfahren](#) - möglich.

Die Ein- und Ausgänge der RTU-710H sind galvanisch entkoppelt und über Entstörmaßnahmen gegen Spannungsspitzen geschützt.

Als Protokolle stehen MODBUS RTU und MoP (MODBUS over Piciorgros) zur Verfügung.

Die RTU-710 ist auch mit integrierter Micro-SPS PicoLogo erhältlich.

3.2 Gerätetypen

Die RTU-710H ist sowohl mit als auch ohne integrierte Analogeingänge lieferbar. Des weiteren gibt es die Geräteausführung mit hoher HF-Leistung (bis 4 Watt), oder mit mittlerer HF-Leistung (bis 500mW). Der Gerätetyp ist auf dem Typenschild wie folgt ersichtlich:

RTU-710x/DA1	Baugruppe mit 16 BE, 8 BA, 4AE
RTU-710x/DA2	Baugruppe mit 16 BE, 8 BA
RTU-710x/DA3	Baugruppe mit 16 BE, 16 BA
RTU-710x/PL1	Baugruppe mit 16 BE, 8 BA, 4AE, PicoLogo-SPS
RTU-710x/PL2	Baugruppe mit 16 BE, 8 BA, PicoLogo-SPS
RTU-710x/PL3	Baugruppe mit 16 BE, 16 BA, PicoLogo-SPS
RTU-710 H /xxx	High-Power-Ausführung, HF-Leistung bis 6 Watt
RTU-710 M /xxx	Medium-Power-Ausführung, HF-Leistung bis 500mW

Vor April 2002 ausgelieferte Gerät können nur für einen Spannungsbereich (entweder 12 VDC oder 24 VDC) ausgelegt sein. Ist dies der Fall, so befindet sich hinter dem Gerätetyp noch eine Spannungsangabe, z.B. RTU-710H/DA1.**12** für 12 Volt Spannungsversorgung.

3.3 Zertifizierung und Zulassung

Die in der RTU-710H enthaltenen Funkgeräte sind zertifiziert nach der R&TTE Richtlinie unter folgenden Zulassungsnummern:

ISM-Band 433,100 - 434,750 MHz:

Product Designation: FTR-700
Output Power: 10 mW
Product Description: SRD
Registration Number: E811319M-EO
Marking: CE 0682 (!)

Frequenzbereich 420,000 - 470,000 MHz:

Product Designation: HFT-700
Output Power: 500 mW
Product Description: SRD
Registration Number: E811062M-EO
Marking: CE 0682 (!)

Frequenzbereich 420,000 - 470,000 MHz:

Product Designation: HFT-700
Output Power: 0,1 - 6 W
Product Description: Land Mobile Service
Registration Number: E811063M-EO
Marking: CE 0682 (!)

Achtung!

Für die mit dem Alert Kennzeichen (!) markierten Produkte, gab es zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Dokumentation noch keine europäische Harmonisierung. Sie dürfen deshalb nur zu den in den jeweiligen europäischen Ländern gültigen Bestimmungen bezüglich Frequenzen, Sendeleistung, Betriebsart etc. in Betrieb genommen werden.

4 Mechanischer Aufbau, Anschlüsse und Verdrahtung

4.1 Mechanischer Aufbau

Die RTU-710 besitzt ein Gehäuse mit den Abmessungen für Installationsgeräte nach DIN 43880, das eine direkte Montage auf Standard-DIN-Schienen ermöglicht. Die Versorgungsspannung und alle Ein- und Ausgänge werden dem Gerät über Schraub- Steckklemmen zugeführt.

4.1.1 Abmessungen

Die RTU-710 besitzt die Abmessungen für Installationsgeräte nach DIN 43880 und ist somit auf 35 mm breiten Hutschienen nach DIN EN 50022 einsetzbar. Das Gerät ist in allen Versionen 9 Teileinheiten breit.

4.1.2 Montage

Auf der Rückseite der RTU-710 befindet sich die Haltevorrichtung für die Befestigung auf der DIN-Schiene. Zuerst wird die untere Haltenut (mit der Feder) eingespannt. Dann wird das Gerät nach oben gedrückt und somit auch die obere Haltenut auf die DIN-Schiene geklemmt.

4.1.3 Demontage

Die Demontage findet in umgekehrter Reihenfolge statt: das auf der DIN-Schiene aufgeklebte Gerät wird nach oben gedrückt, dann wird der obere Teil der RTU nach vorne gekippt. Somit lösen Sie das Gerät von der Hutschiene.

4.1.4 Verdrahtung

Bei der Verdrahtung der RTU-710 müssen alle in den jeweiligen Ländern gültige Vorschriften und Normen befolgt werden. Nähere Informationen erfragen Sie bei den Behörden vor Ort.

4.2 Anschluss der Spannungsversorgung

Die RTU-710 kann mit einer Versorgungsspannung von 10-28 Volt betrieben werden. Erweiterungsmodule müssen grundsätzlich mit 12 Volt versorgt werden. Wird die RTU-710 mit 12 Volt betrieben, so werden die Erweiterungsmodule über die RTU-710 mit Spannung versorgt. Diese Spannungsversorgung kann einen maximalen Strom von 1A liefern, der zu der Stromaufnahme der RTU-710 hinzuaddieren ist. Wird die RTU-710 mit 24 Volt betrieben, so muss ein Zusatznetzteil (EM-UCS 53 924) zwischen RTU-710 und den Erweiterungsmodulen geschaltet werden.

Steigt die Versorgungsspannung der RTU-710 über 14,4 Volt am Stecker der Erweiterungsmodule, so wird die Spannungsversorgung der Erweiterungsmodule zu deren Schutz abgeschaltet. Im laufenden Betrieb führt dies zu einer Fehlermeldung (I/O-Fehler). Bei der Versorgung der Erweiterungsmodule über die RTU-710 ist daher darauf zu achten, dass die Spannung 14,4 Volt nicht übersteigt.

Analog-Erweiterungsmodule dürfen laut Spezifikation nur mit maximal 13,2 Volt (entspricht ca. 13,7 Volt Spannungsversorgung der RTU-710) betrieben werden!

Die Spannungsversorgung wird über eine 3-polige Schraubklemme zugeführt. Die Polarität ist wie folgt (Sicht von vorne auf die Frontplatte des Gerätes, Schraubklemme befindet sich oben):

Außen (links):	Gehäusemasse
Mitte:	+ 10-28 Volt DC
Rechts:	GND

Achtung!

Eventuell benötigte Erweiterungsmodule müssen VOR Anschluss der Spannungsversorgung an den Erweiterungsport angeschlossen werden. Bei einer RTU-Spannungsversorgung > 14,4 Volt DC muss für den Betrieb von Erweiterungsmodulen ein Zusatznetzteil zwischengeschaltet werden.

4.2.1 Geräte mit festgelegter Betriebsspannung (vor April 2002)

RTU-710 mit Produktionsdatum vor 04/2002 können nur mit einer Betriebsspannung betrieben werden. In diesem Fall ist die Betriebsspannung hinter der Gerätebezeichnung auf dem Typenschild wie folgt angegeben:

<u>Gerätebezeichnung:</u>	<u>Spannung:</u>	<u>Erweiterungsmodule:</u>
RTU-710/DAx.12	12 Volt DC	werden mitversorgt
RTU-710/DAx.24	24 Volt DC	Zusatznetzteil benötigt

Des weiteren findet bei diesen Geräten keine Abschaltung der Erweiterungsmodule bei Überspannung statt. Werden Erweiterungsmodule ohne Zusatznetzteil an eine RTU-710 angeschlossen, die mit 24 Volt versorgt wird, so werden diese zerstört.

4.3 Anschluss der Ein- und Ausgänge

4.3.1 Binäreingänge

Die 16 potentialfreien Binäreingänge der RTU sind auf die Ports A und B in Gruppen zu je 4 Eingängen mit gleichem Bezugspotential "C" aufgeteilt. Die Eingänge können in beliebiger Polarität im Spannungsbereich von 12 - 24 VDC betrieben werden. Wenn der "C"-Eingang einer Gruppe z.B. auf GND geschaltet wird, so lassen sich die einzelnen Eingänge mit +12 bis +24 Volt ansteuern und umgekehrt. Ist ein Eingang aktiviert, so leuchtet die zugehörige LED.

Zuordnung der internen Eingänge zu den Bits des Registers 2:

Port A									
C	0	1	2	3	4	5	6	7	C
Bezugs- potentia 1 1-4	Eingang 1 (Impuls - eingang)	Eingang 2 (Impuls - eingang)	Eingang 3	Eingang 4	Eingang 5	Eingang 6	Eingang 7	Eingang 8	Bezugs- potentia 1 5-8
Register 2	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	

Port B									
C	8	9	10	11	12	13	14	15	C
Bezugs- potentia 1 9-12	Eingang 9	Eingang 10	Eingang 11	Eingang 12	Eingang 13	Eingang 14	Eingang 15	Eingang 16	Bezugs- potentia 1 13-16
Register 2	Bit 8	Bit 9	Bit 10	Bit 11	Bit 12	Bit 13	Bit 14	Bit 15	

4.3.2 Binärausgänge

Die acht PNP Transistorausgänge C0...C7 (Port C) sind ebenfalls potentialfrei und müssen deshalb über den Anschlussstecker mit Spannung versorgt werden. Jeder Ausgang kann maximal 500mA schalten. Ist ein Ausgang aktiviert, so leuchtet die zugehörige LED.

Bei der Version RTU-710x/DA3 sind 16 interne Transistorausgänge vorhanden. In diesem Fall ist der Port D ebenfalls mit binären Ausgängen belegt.

An die Klemme "+" ist die positive Versorgungsspannung der Ausgänge anzuschließen (9-30V), an die Klemme "-" der Minuspol dieser Versorgungsspannung. Die Ausgänge schalten "+" durch.

Der Ausgang C0 kann als Impulsausgang konfiguriert werden.

Zuordnung der internen Ausgänge zu den Bits des Registers 300:

Port C									
C	0	1	2	3	4	5	6	7	C
+ 9-36V	Ausgang g 1 (Impuls- ausgang)	Ausgang g 2	Ausgang g 3	Ausgang g 4	Ausgang g 5	Ausgang g 6	Ausgang g 7	Ausgang g 8	-
Register 300	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	

Port D (nur /DA3-Version!)									
C	8	9	10	11	12	13	14	15	C
+ 9-36V	Ausgang g 1	Ausgang g 2	Ausgang g 3	Ausgang g 4	Ausgang g 5	Ausgang g 6	Ausgang g 7	Ausgang g 8	-
Register 300	Bit 8	Bit 9	Bit 10	Bit 11	Bit 12	Bit 13	Bit 14	Bit 15	

4.3.3 Analogeingänge (nur RTU-710H/DA1)

Die vier potentialgetrennten analogen Eingänge an Port D sind in der Standardausführung für Eingangsströme von 0-20mA ausgelegt. Jeder Eingang hat 2 Anschlussklemmen (+ und -). Der Anschluss der analogen Eingänge darf nur mit verdrehtem, abgeschirmten Kabel erfolgen. Die Kabel sind so kurz wie möglich zu halten, und Parallelführungen zu anderen Leitungen sind zu vermeiden.

Port D									
C	1+	1-	2+	2-	3+	3-	4+	4-	C
Gehäuse Masse	Eingang 1	Eingang 1	Eingang 2	Eingang 2	Eingang 3	Eingang 3	Eingang 4	Eingang 4	Gehäuse Masse

Achtung!

Verwenden Sie für die Signalzuführung der Analogeingänge immer verdrehte Aderpaare, und führen Sie diese so kurz wie möglich aus!

4.4 Betrieb mit Erweiterungsmodulen

Die Anzahl der Ein- und Ausgänge einer RTU-710 kann durch das Anschalten von Erweiterungsmodulen fast beliebig ausgebaut werden. Es können dabei über einen RJ-45 Stecker bis zu 16 Erweiterungsmodule gleichzeitig angeschlossen werden. Folgende Baugruppen stehen zur Zeit zur Verfügung:

- EM-UCL-16DI.D1: 16 binäre Eingänge (max. 45 mA)
- EM-UCL-32DI.D1: 32 binäre Eingänge (max. 80mA)
- EM-UCL-08AI.D1: 8 analoge Eingänge (max. 180mA)
- EM-UCL-08DO.R1: 8 binäre Ausgänge (Relais) (max. 200mA)
- EM-UCL-16DO.P1: 16 Open-Collector-Ausgänge PNP (max. 80mA)
- EM-UCL-16DO.N1: 16 Open-Collector-Ausgänge NPN (max. 80mA)
- EM-UCL-32DO.P1: 32 Open-Collector-Ausgänge PNP (max. 170mA)
- EM-UCL-32DO.N1: 32 Open-Collector-Ausgänge NPN (max. 170mA)
- EM-UCL-04.AO.D1: 4 analoge Ausgänge (max. 300mA)
- EM-UCL-16DIO.P1: 16 binäre Eingänge und 16 binäre Open-Collector-Ausgänge PNP (max. 100mA)

Die Erweiterungsmodule sind stets im ausgeschalteten Zustand der RTU-710 anzustecken. Nach dem Einschalten der RTU signalisiert dann nach ca. 2 Sekunden die OK-LED sowie die LED "I/O" die Betriebsbereitschaft und das Vorhandensein der Erweiterungsmodule. An den angeschlossenen Modulen sollten die LED "System" und "I/O" ebenfalls permanent leuchten.

Eine Störung eines der externen Erweiterungsmodule wird angezeigt, indem die LED "I/O" der RTU nicht mehr leuchtet bzw. die I/O-LED's der Erweiterungsmodule blinken. Das Gleiche passiert auch, wenn man verbotenerweise unter Spannung die Verbindung zu einem Erweiterungsmodul auftrennt, oder ein weiteres Modul hinzufügt. Liegt dieser Fehler mehr als 5 Sekunden an, so schaltet die RTU-710 alle Ausgänge in den sicheren Zustand (deaktiviert).

Ändert die kurzzeitige Wegnahme der Versorgungsspannung der RTU nichts an der Fehleranzeige, so ist offensichtlich eines der Erweiterungsmodule defekt. Durch Weglassen einzelner Module kann herausgefunden werden, welches Modul die Störung verursacht.

Es ist grundsätzlich gleichgültig, in welcher Reihenfolge die Module an die RTU angesteckt werden.

Achtung!

Für den Betrieb von Erweiterungsmodulen an RTU-710-Baugruppen mit einer Spannungsversorgung >14,4 Volt wird ein externes Netzteil für die Spannungsversorgung der Zusatzmodule benötigt!

4.5 Stromaufnahme und Spannungsversorgung der Erweiterungsmodule

Erweiterungsmodule müssen grundsätzlich mit 12V DC versorgt werden. Die RTU-710 reicht hierbei ihre Versorgungsspannung zu den Erweiterungsmodulen durch. Sofern die RTU-710 mit einer Versorgungsspannung von 12V betrieben wird, werden die Erweiterungsmodule von der RTU-710 versorgt. Hierbei können bis zu 1A für die Erweiterungsmodule bereitgestellt werden. Es ist zu beachten, dass sich die Stromaufnahme der RTU-710 um den entsprechenden Wert erhöht.

Überschreitet die maximale Stromaufnahme der Module den Wert von 1A, so muss ein Netzteil (EM-UCS-53.924) nach entsprechend vielen Modulen zwischengeschaltet werden. Alle im Bus nachfolgenden Module werden dann von diesem Netzteil aus versorgt. Das Netzteil hat einen Eingangsspannungsbereich von 12-48V DC und stellt 1,3 A für die Erweiterungsmodule bereit.

Die Stromaufnahme der Erweiterungsmodule sind unter 3.7 bei der Auflistung der Module zu finden.

Wird die RTU-710 mit einer Spannung von mehr als 14,4 Volt betrieben, so können grundsätzlich keine Erweiterungsmodule von der RTU-710 versorgt werden. Die RTU-710 schaltet in diesem Fall ihre Spannungsversorgung der Erweiterungsmodule zu deren Schutz ab (siehe "Anschluss der Spannungsversorgung"). Hier ist unmittelbar zwischen RTU-710 und dem ersten Erweiterungsmodul ein Netzteil zu setzen.

4.6 Programmierung von PicoLogo

Die Geräte RTU-710/PLx besitzen eine integrierte PicoLogo Micro-SPS. Die Programmierung dieser Micro-SPS erfolgt über die serielle Schnittstelle der RTU-710/PLx. Hierzu muss sich das Gerät im Programmiermodus befinden (DIP-Schalter 8 auf "ON", DIP-Schalter 1-7 auf "Off", dann Gerät einschalten – OK-Lampe blinkt)

4.7 LED Funktionen

LED	Funktion
System Pwr	Anzeige der Betriebsspannung
System OK	Anzeige der Betriebsbereitschaft, Ausgabe von Fehlercodes
System I/O	Leuchtet auf, wenn ein oder mehrere Erweiterungsmodule gesteckt und in Betrieb sind
Time Syn	Synchronisationsanzeige DCF-Signal (nur "M"-Version)
Time Slot	Aktivanzeige Zeitschlitz (nur "M"-Version)
Radio Tx	Leuchtet, wenn Daten über Funk gesendet werden
Radio Rx	Leuchtet, wenn der Funkkanal belegt ist
A0...A7	Anzeige der Zustände der Binäreingänge 1-8
B0...B7	Anzeige der Zustände der Binäreingänge 9-16
C0...C7	Anzeige der Zustände der Binärausgänge 1-8
RF	Feldstärkeanzeige des empfangenen Funksignals

Im Normalbetrieb des Systems leuchtet die OK-LED permanent. Treten Fehler auf, so werden diese durch einen Blinkcode signalisiert.

Blinkcode OK-LED	Art des Fehlers
LED ist aus	Die Steuereinheit (CPU) der Station ist defekt oder nicht betriebsbereit
Kein Blinken, LED leuchtet	Betriebsbereitschaft, es liegt kein Fehler vor
LED leuchtet, alle 2 Sekunden erlischt die LED kurz	Betriebsbereitschaft, es liegt kein Fehler vor. Die integrierte Micro-SPS PicoLogo führt ein Programm aus (RUN-Mode)
Blinken mit einem Taktverhältnis von 1:1	Das Gerät ist ein Master im Punkt-zu-Punkt oder Punkt-zu-Mehrpunkt Betrieb, und eine oder mehrere der Unterstationen können nicht erreicht werden
2 x Aufblinken - Pause	Das Gerät besitzt eine ungültige Adresse. Unterstationen können nur die Adressen 1-239 haben, Master-Geräte 0-235
3 x Aufblinken - Pause	Es liegt ein Fehler an den Erweiterungsmodulen vor. Entweder es wurde ein Gerät während des Betriebes entfernt, hinzugefügt, oder ein Gerät ist defekt. Liegt der Fehler mindestens 5 Sekunden an, deaktiviert die RTU-710 alle ihre Ausgänge.
4 x Aufblinken - Pause	Die Funkbaugruppe des Gerätes ist gestört

4.8 Einschaltverhalten

Nach dem Einschalten des Gerätes findet ein Lampentest statt, d.h., alle LED (außer OK, Radio Rx und Radio Tx) leuchten für etwa zwei Sekunden auf. Anschließend wird für die nächsten 2 Sekunden die Software-Version der Baugruppe auf den LED der 16 Eingänge angezeigt. Die Ausgabe erfolgt 4-stellig BCD-codiert. Eine leuchtende LED stellt eine "1", eine dunkle LED stellt eine "0" dar.

Beispiel:

Port A :	Port B :	Software Version:
0000 0001	0010 0100	01.24

Anschließend wird diese Ausgabe gelöscht und die OK-LED leuchtet auf. Das Gerät ist jetzt betriebsbereit. Liegt ein Fehler vor, so wird dieser über den Blinkcode der OK-LED signalisiert.

5 PicoLogo[®] Micro-SPS

Die Gerätevariante RTU-710x/PLx verfügt über die integrierte Micro-SPS PicoLogo. Diese Funktion wird als eigenes Softwaremodul behandelt und verfügt über eine eigene Technische Dokumentation, welche zum Lieferumfang des Gerätes gehört. Die Funktionalität des PicoLogo-Moduls wird in dieser Dokumentation nicht weiterführend behandelt; an dieser Stelle sei diesbezüglich auf die PicoLogo-Dokumentation verwiesen.

Zur Programmierung der PicoLogo-Programme und zur Übertragung der Programme in die RTU-710 liegt dem Gerät die PicoLogo-Programmierungsumgebung bei. Diese ist unter Windows lauffähig. Die Programmierung erfolgt über die serielle Schnittstelle des Gerätes.

6 Zusatzfunktionen

6.1 Counter und Timer

Jeder der 16 internen Binäreingänge verfügt über die Sonderfunktion "Counter" (Ereigniszähler) oder "Timer" (Zeitähler). So können bis zu 16 Ereigniszähler oder Timer realisiert werden. Jedem Eingang ist hierzu ein entsprechendes 16-Bit-Register zugeordnet, das den Zähler / Timerwert beinhaltet. Das erste Zähler/Timerregister ist Port A Eingang 0 zugeordnet, das letzte Zähler/Timerregister ist Port B Eingang 15 zugeordnet.

6.1.1 Counter (Ereigniszähler)

Ist ein Eingang als Zähler konfiguriert, so werden die Flanken (inaktiv nach aktiv) des Einganges gezählt. So können Werte von Sensoren erfasst werden, die Impulse ausgeben (z.B. Durchflussmesser). Die Impulse werden ständig gezählt, sobald die RTU-710 in Betrieb ist.

Im Auslieferungszustand sind die Eingänge des Port A als Zähler konfiguriert. Diese Konfiguration kann über das Steuerregister 918 geändert werden.

Die Zähler sind als 16-Bit-Zähler ausgelegt, der Zählbereich ist daher 0...65535 (0000h...FFFFh). Wird der Wert FFFFh überschritten, so beginnt der entsprechende Zähler wieder bei Null.

Zur Auswertung der Zähler ist der Differenzwert zwischen 2 Funkabfragen zu bilden. Hierbei ist der Überlauf des Zählers bei FFFFh zu berücksichtigen.

Die Zähler und Timer sind remanent, d.h. die Werte werden laufend Stromausfallsicher gesichert. Nach einem Spannungsausfall werden sie wiederhergestellt, während des Spannungsausfalls gehen Impulse bzw. Zeiten verloren. Der Spannungsausfall wird aber in einem Statusbyte angezeigt, so dass diese Tatsache bei der nächsten Funkabfrage der Station berücksichtigt werden kann. Die maximale Zählfrequenz dieser Eingänge beträgt $f = 10\text{Hz}$. Die Remanenz der Zähler ist auf Wunsch abschaltbar (wenn Bit 3 des Betriebsartenregisters 917 gesetzt ist).

Beispiel: Durchflussmessung mit dem Ereigniszähler

Ein angeschlossener Durchflussmesser liefert 10 Impulse pro Liter. Die RTU-710 wurde um 09:45 Uhr per Funk abgefragt und liefert den Zählerstand 12700. Das nächste Mal wird die Station um 09:48 abgefragt, der Zähler steht jetzt bei 13060. Es wurden in den verstrichenen 3 Minuten 360 Impulse gezählt, das entspricht einem Durchfluss von 36 Litern oder 12 Litern pro Minute.

6.1.2 Timer (Zeitähler)

Ist ein Eingang als Timer konfiguriert, so wird der Wert in Sekunden gezählt, die der entsprechende Eingang aktiviert ist. Die Auflösung beträgt 1/10 Sekunde.

Im Auslieferungszustand sind die Eingänge des Port B als Timer konfiguriert. Diese Konfiguration kann über das Steuerregister 918 geändert werden.

Die Timer sind als 16-Bit-Zähler ausgelegt, der Zählbereich ist daher 0...65535 (0000h...FFFFh). Wird der Wert FFFFh überschritten, so beginnt der Timer wieder bei Null.

Zur Auswertung der Timer ist der Differenzwert zwischen 2 Funkabfragen zu bilden. Hierbei ist der Überlauf der Timer bei FFFFh zu berücksichtigen.

Die Zähler und Timer sind remanent, d.h. die Werte werden laufend Stromausfallsicher gesichert. Nach einem Spannungsausfall werden sie wiederhergestellt, während des Spannungsausfalls gehen Impulse bzw. Zeiten verloren. Der Spannungsausfall wird aber im Statusbyte angezeigt, so dass diese Tatsache bei der nächsten Funkabfrage der Station berücksichtigt werden kann. Die Remanenz der Zähler ist auf Wunsch abschaltbar (wenn Bit 3 des Betriebsartenregisters 917 gesetzt ist).

Die Abtastrate dieser Eingänge beträgt $t > 10 \text{ 1/s}$ und somit der Restfehler $T < \pm 100 \text{ mS}$

Beispiel: Messung der Pumpenlaufzeit einer Abwasserpumpstation

Wenn Pumpe 1 läuft, so wird der Binäreingang B0 der RTU-710 aktiviert (Timer 1), wenn Pumpe 2 läuft, ist der Eingang B1 aktiv (Timer 2). Um 08:00 Uhr liefert Timer 1 einen Wert von 7455 zurück, der Timer 2 steht auf 65430.

Bei einer erneuten Abfrage um 08:15 liefert der Timer 1 den Wert 7892, die Differenz zum Wert von 08:00 Uhr beträgt 437. Die Pumpe 1 ist in dieser Zeit also 437 Sekunden (7 Minuten und 17 Sekunden) gelaufen.

Timer 2 liefert um 08:15 Uhr den Wert 462. Der Timer lief also bis zu seinem Maximalwert von 65535 und ist dann auf Null gesprungen. Die Differenz setzt sich daher aus dem Differenzwert von 65535 und 65430 (=105) sowie der Differenz von 0 und 437 (=438, die "0" zählt als Sekunde mit) zusammen. Pumpe 2 ist daher zwischen 08:00 Uhr und 08:15 Uhr 543 Sekunden (=9 Minuten und 3 Sekunden) gelaufen.

6.1.3 Deaktivierung der Zählerremanenz (ab V4.10)

Die Remanenz der Ereignis- und Betriebszeitzähler kann auf Wunsch deaktiviert werden, in diesem Fall weist die RTU-710 das Verhalten der RTU-700 auf und nach einem Spannungsausfall oder Neustart des Gerätes stehen alle Zähler auf 0.

Um die Remanenz zu deaktivieren, ist das Bit 3 des Registers 917 (Betriebsart) zu setzen.

6.1.4 Schreibschutz für Zählerregister (Ab V4.90)

Ab Firmwareversion 4.90 lassen sich im Auslieferungszustand die Ereigniszähler und Betriebszeitzähler nicht mehr zurücksetzen oder mit einem anderen Wert beschreiben (Schreibschutz).

Dieser Schreibschutz kann durch das Konfigurationsprogramm PiConfig oder durch Setzen des Bit 12 in Register 917 deaktiviert werden.

6.1.5 Zusammenfassen zweier Zähler zu 32-Bit-Zählern (ab V4.10)

Zwei nebeneinander liegende Zähler können zu einem 32-Bit-breiten Zähler zusammengefasst werden. Diese Zusammenfassung geschieht über das Register 951.

Jedes Bit dieses Registers ist einem Zähler zugeordnet, das Bit 0 entspricht dem ersten Ereigniszähler (Eingang A0), das Bit 1 dem zweiten Ereigniszähler (Eingang A1), das Bit 8 dem ersten Betriebszeitzähler (Eingang B8) usw.

Wird ein Bit im Register gesetzt, so lässt jeder Überlauf des entsprechenden Zählers den jeweils nächsthöheren Zähler um den Wert 1 weiterzählen. Der nächsthöhere Zähler wird derweil nicht mehr von seinem ursprünglich zugeordneten Eingang weitergezählt.

Beispiel:

Wird das Bit 0 des Registers 951 gesetzt, so lässt jeder Überlauf des ersten Ereigniszählers (Sprung von 65535 auf 0) den zweiten Ereigniszähler um 1 weiterzählen. Der Eingang A1 führt in diesem Fall nicht mehr zu einem Weiterzählen des zweiten Ereigniszählers.

6.2 Min- Max- und Durchschnittswerte der Analogeingänge

Sind im Gerät Analogeingänge vorhanden (intern oder per Erweiterungsmodul), so werden für die ersten 4 Analogeingänge automatisch die Minimal- Maximal- und Durchschnittswerte ermittelt.

Ein Durchschnittswert wird ermittelt, indem im 60 Sekundenrhythmus jeweils Messungen durchgeführt und für die Bildung des Durchschnittswertes verwendet werden. Diese Einstellung (eine Messung je 60 Sekunden) ist die Werksvorgabe. Sie kann im Steuerregister 919 beliebig geändert werden. Der Wert 0 in diesem Register schaltet die Mittelwertbildung aus.

Die Minimal- und Maximalwerte werden jede Sekunde aktualisiert - diese Einstellung kann nicht geändert werden.

Bei der 60 Sekunden Abtastung zur Bildung des Durchschnittswertes ergibt dies speicherbedingt eine maximale Laufzeit von 2 Jahren. Sollte diese Zeit überschritten werden, so wird der Durchschnittswert zurückgesetzt und die Erfassung beginnt erneut.

Es gibt zwei identisch aufgebaute Registersätze: Die **aktuellen** Werte und die **vorherigen** Werte. Mit dem Auslesen mindestens eines "aktuellen" Registers werden alle Register des abgefragten Kanals (Min, Max und Durchschnitt) gleichzeitig zurückgesetzt und der Wert in die zugeordneten "vorherigen" Register kopiert. Der Wert wird dann über Funk gesendet. Wird dieser Funkdatensatz in der Zentrale nicht empfangen, so existiert eine Kopie der Werte im "vorherigen" Register (die aktuellen Werte wurden ja mit dem Auslesen zurückgesetzt). Das bedeutet, dass die verlorengegangenen Werte nun erneut aus den "vorherigen" Registern ausgelesen werden können.

Zu beachten ist, dass jeweils 4 Register zu einem Kanal gehören (je ein Min- Max- und Durchschnittswertregister plus der Redundanzzähler). Sobald wenigstens **ein** aktuelles Register eines Satzes ausgelesen wird, wird der komplette Registersatz für diesen Kanal **nach dem Funkzugriff** zurückgesetzt (Min- und Maxwert werden zurückgesetzt, die Mittelwerterfassung beginnt von vorne). Es ist hier also von Bedeutung alle Register eines Kanals in einem Zugriff auszulesen, damit man die Werte eines definierten Zeitpunktes erhält. Geht der entsprechende Funkdatensatz verloren, können die Werte anschließend noch beliebig oft aus den "vorherigen" Registern ausgelesen werden.

Jeder Registersatz verfügt über einen Redundanzzähler. Mit Hilfe des Redundanzzählers können doppelte oder fehlende Datensätze erkannt werden. Der "aktuelle" Zähler wird bei jedem Lesezugriff um den Wert 1 erhöht und dann ausgegeben. Wenn man den Zähler zusammen mit den Werteregistern eines Kanals ausliest, erhält man demzufolge jedes Mal einen um 1 erhöhten Wert des Redundanzzählers.

Geht ein Funkdatensatz z.B. durch einen Übertragungsfehler verloren, so gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder der Aufforderungsdatensatz von der Zentrale zur RTU geht verloren, oder aber der Quittungsdatensatz von der RTU zurück zur Zentrale. Geht der Aufforderungsdatensatz verloren, erhält die RTU nicht das Kommando zum Auslesen der Register, folglich werden diese erst gar nicht in die "vorherigen" Register umkopiert. Ein nachfolgendes Lesen der "vorherigen" Register würde folglich veraltete Werte übertragen. Hier müssten also erneut die "aktuellen" Register ausgelesen werden. Geht der Quittungsdatensatz verloren, so hat die RTU den Befehl zum Auslesen der Register korrekt verstanden, also wurden die gewünschten Werte auch in die "vorherigen" Register kopiert. Die gewünschten Daten liegen in den "vorherigen" Registern vor.

Hier können die Redundanzzähler verwendet werden. Wenn bei jedem Lesen der aktuellen Werte der Redundanzzähler mitgelesen wird, kann sich die Applikation diesen Wert merken. Geht ein Datensatz verloren, können beim nächsten Zugriff erst die "vorherigen" Register gelesen werden. Ist der hier vorliegende Redundanzwert höher als der gemerkte Wert des zuletzt erfolgreichen Auslesens, liegen hier bereits die durch den ausgefallenen Datensatz verpassten Werte vor. Ist der Redundanzzähler aber gleich, sind die aktuellen Werte durch Auslesen der aktuellen Register zu holen.

Der Redundanzzähler ist ein 16-Bit-Zähler. Nach dem Wert 65535 (FFFF Hex) läuft er auf den Wert 0 über. Dies ist bei der Auswertung des Zählers zu berücksichtigen.

Nach einem Reset der RTU-710 erfolgt das erste Rücksetzen der Min-, Max- und Mittelwerte 3 Sekunden verzögert. Damit wird sichergestellt, dass bereits korrekte Analogwerte vorliegen.

Nachfolgend ist der Aufbau des Registerblockes der Min- Max- und Durchschnittswerte der Analogeingänge dargestellt. Eine absolute Registeradresse kann hier nicht angegeben werden, da je nach Ausstattung der RTU die Register andere Adressen haben können. Deshalb wird hier nur der Registeroffset als Referenz angegeben.

Register-Offset	Funktion	Bemerkung
0	Akt. Minwert 1	Aktueller Minimalwert Analogeingang 1
1	Akt. Maxwert 1	Aktueller Maximalwert Analogeingang 1
2	Akt. Mittelwert 1	Aktueller Mittelwert Analogeingang 1
3	Akt. Redundanz 1	Aktueller Redundanzwert Analogeingang 1
4	Akt. Minwert 2	Aktueller Minimalwert Analogeingang 2
5	Akt. Maxwert 2	Aktueller Maximalwert Analogeingang 2
6	Akt. Mittelwert 2	Aktueller Mittelwert Analogeingang 2
7	Akt. Redundanz 2	Aktueller Redundanzwert Analogeingang 2
8	Akt. Minwert 3	Aktueller Minimalwert Analogeingang 3
9	Akt. Maxwert 3	Aktueller Maximalwert Analogeingang 3
10	Akt. Mittelwert 3	Aktueller Mittelwert Analogeingang 3
11	Akt. Redundanz 3	Aktueller Redundanzwert Analogeingang 3
12	Akt. Minwert 4	Aktueller Minimalwert Analogeingang 4
13	Akt. Maxwert 4	Aktueller Maximalwert Analogeingang 4
14	Akt. Mittelwert 4	Aktueller Mittelwert Analogeingang 4
15	Akt. Redundanz 4	Aktueller Redundanzwert Analogeingang 4
16	Letzter Minwert 1	Letzter Minimalwert Analogeingang 1
17	Letzter Maxwert 1	Letzter Maximalwert Analogeingang 1
18	Letzter Mittelwert 1	Letzter Mittelwert Analogeingang 1
19	Letzter Redundanz 1	Letzter Redundanzwert Analogeingang 1
20	Letzter Minwert 2	Letzter Minimalwert Analogeingang 2
21	Letzter Maxwert 2	Letzter Maximalwert Analogeingang 2
22	Letzter Mittelwert 2	Letzter Mittelwert Analogeingang 2
23	Letzter Redundanz 2	Letzter Redundanzwert Analogeingang 2
24	Letzter Minwert 3	Letzter Minimalwert Analogeingang 3
25	Letzter Maxwert 3	Letzter Maximalwert Analogeingang 3
26	Letzter Mittelwert 3	Letzter Mittelwert Analogeingang 3
27	Letzter Redundanz 3	Letzter Redundanzwert Analogeingang 3
28	Letzter Minwert 4	Letzter Minimalwert Analogeingang 4
29	Letzter Maxwert 4	Letzter Maximalwert Analogeingang 4
30	Letzter Mittelwert 4	Letzter Mittelwert Analogeingang 4
31	Letzter Redundanz 4	Letzter Redundanzwert Analogeingang 4

Achtung!

Beim Ausfall der Spannungsversorgung gehen die zwischengespeicherten Werte der RTU-710 verloren.

6.3 Impulsübertragung (Punkt-zu-Punkt-Verbindung)

Über eine Punkt-zu-Punkt Verbindung kann in Richtung von der Unterstation zur Masterstation ein Impulskanal übertragen werden. Hierzu muss die Sonderfunktion des Eingangs A0 bei der Unterstation als "Zähleingang" konfiguriert sein (Werkseinstellung). Über das Register 960 (Konfiguration Impuls Ausgang) der Masterstation kann nun der Ausgang C0 der Masterstation als Impuls Ausgang konfiguriert werden. Ist dies der Fall, so kann der Ausgang nicht mehr über das entsprechende Bit im Ausgangsregister 300 angesprochen werden.

Bei der Impulsübertragung können am Eingang A0 der Unterstation Impulse mit einer Frequenz von bis zu 10Hz angelegt werden. Diese Impulse werden gezählt und in Messintervallen von 20 Sekunden (Änderbar in Register 960) zur Masterstation übertragen. Dort werden die Impulse möglichst Frequenzgenau mit einem Tastverhältnis von 1:1 wieder ausgegeben. Eine Mindestbreite von 5ms je Impulszustand (aktiv oder inaktiv) wird garantiert.

Durch die Verwendung im Zeitschlitzverfahren werden diese Messintervalle in der Regel auf über 54 Sekunden ausgedehnt, da nach Ablauf der Messintervallzeit von 20 Sekunden in der Regel noch kein Zeitschlitz zur Übertragung zur Verfügung steht. In diesem Fall wird das Messintervall bis zur nächstmöglichen Übertragung ausgedehnt.

6.3.1 Betrieb eines Verbundwasserzählers

Der Betrieb eines Verbundwasserzählers (Durchflusszähler mit 2 Impulsausgängen) ist möglich. Hierzu muss das Bit 3 ("VW") im Konfigurationsregister 960 gesetzt sein, außerdem muss die Sonderfunktion des Eingangs A1 bei der Unterstation ebenfalls als "Zähleingang" konfiguriert sein (Werkseinstellung). Ist dies der Fall, so werden die an den Eingängen A0 und A1 der Unterstation auftretenden Impulse addiert. Die Summe der beiden Impulseingänge der Unterstation wird dann auf dem Ausgang C0 des Master oder – wenn entsprechend konfiguriert – als Analogwert am Master ausgegeben.

Es ist zu beachten, dass der Impuls Ausgang des Master hierbei bis zu Impulse mit einer Frequenz von bis zu 20Hz ausgeben kann (wenn jeder der beiden Impulseingänge der Unterstation mit der maximal zulässigen Frequenz von 10Hz betrieben wird)

Ist die Betriebsart "Verbundwasserzähler" gewählt, so ist der binäre Ausgang C1 des Master deaktiviert, da der ihm zugeordnete Eingang A1 der Unterstation ja für die Impulserfassung verwendet wird.

6.3.2 Betriebsarten der Impulsübertragung

Die Betriebsart der Impulsübertragung wird durch das Bit "IM" im Konfigurationsregister 960 "Impulsübertragung" festgelegt.

6.3.2.1 *Impulsgenaue Übertragung (Werksvoreinstellung)*

Bei der impulsgenauen Übertragung wird in erster Linie darauf Wert gelegt, dass die auf der Unterstationsseite gezählten Impulse anzahlgenau auf der Masterseite wieder ausgegeben werden. Die seit der letzten Datenübertragung übermittelten Zählimpulse werden nach Ablauf der Messintervallzeit mit der aktuellen Anzahl der Impulse verglichen. Die Differenz der beiden Messwerte wird dann auf die gemessene Zeit zwischen den beiden Werten umgerechnet und ergibt so die Frequenz, mit der die Impulse wieder am Master ausgegeben werden. Sind nach Ablauf des Messintervalls noch nicht ausgegebene Restimpulse vorhanden, so werden diese zur neuen Differenz hinzuaddiert. So wird eine trotz der Einhaltung der Impulsanzahl hohe Frequenzgenauigkeit der Ausgabe erreicht.

Ist die Funkverbindung unterbrochen, so endet die Ausgabe der Impulse an der Masterstation üblicherweise zu der Zeit, zu der eine weitere Kommunikation mit der Unterstation erwartet wird, da zu diesem Zeitpunkt alle Impulse ausgegeben sind. Trotz des Verbindungsausfalles werden an der Unterstation weiterhin die Impulse gezählt. Nach Wiederaufnahme der Verbindung werden diese Impulse dann ebenfalls ausgegeben. Dies kann in den ersten Messintervallen zu einer Steigerung der Frequenz gegenüber der Originalfrequenz führen, da in dieser Betriebsart größter Wert auf die Anzahlgenauigkeit der Impulse gelegt wird.

Ist die Verbindung mehr als 130 Sekunden lang unterbrochen und wird in dieser Zeit nur ein Impuls gemessen, so kann dieser aus technischen Gründen nicht sofort ausgegeben werden. Der Impuls wird in diesem Fall zwischengespeichert und im nächsten Messintervall "nachgeliefert".

Ist die Funkverbindung unterbrochen und werden die Ausgänge der Masterstation auf Grund des eingestellten Timeout vor der vollständigen Ausgabe aller Impulse abgeschaltet, so werden trotzdem alle Restimpulse weiterhin auf dem Impulsausgang ausgegeben. Bei unterbrochener Funkverbindung ist das Ende der Impulsausgabe ausschließlich davon abhängig, dass alle anstehenden Impuls ausgegeben wurden.

6.3.2.2 Frequenzgenaue Ausgabe

In manchen Anwendungsfällen kann es sinnvoll sein, eine möglichst frequenzgenaue Ausgabe der Impulse zu erreichen, die bei einem Funkausfall bis zur konfigurierten Timeoutzeit für die Ausgänge weiter aufrechterhalten wird. So zum Beispiel, wenn eine Durchflussmenge nicht vom Volumen her, dafür aber von der Menge pro Zeiteinheit überwacht werden soll.

Bei der frequenzgenauen Ausgabe erfolgt die Messung der Impulse, Differenzbildung etc. auf die gleiche Art und Weise wie bei der impulsgenauen Ausgabe auch. Nach Verstreichen der Mindestzeit des Messintervalls wird bei der nächsten stattfindenden Kommunikation zur Unterstation die Anzahl der erfassten Impulse auf die Zeit seit der letzten Übertragung umgerechnet und mit der entsprechenden Frequenz ausgegeben. In dieser Betriebsart wird die Frequenz jedoch so lange beibehalten, bis sie bei der nächsten Messung korrigiert wird oder bis bei einem Funkausfall die Ausgänge der Masterstation über die Timeoutfunktion abgeschaltet werden.

Wenn z.B. aktuell gerade Impulse mit einer Frequenz von 2,4 Hz ausgegeben werden, jetzt aber die Funkstrecke für 5 Minuten unterbrochen ist, so werden die gesamten 5 Minuten lang diese 2,4 Hz weiter ausgegeben. Sobald wieder Verbindung besteht, werden die in den 5 Minuten an der Unterstation erfassten Impulse wieder in eine durchschnittliche Frequenz für diesen Zeitraum umgerechnet und die Frequenzausgabe entsprechend korrigiert.

Übersteigt die Zeit der Verbindungsunterbrechung die festgelegte Timeoutzeit für eine Abschaltung der Ausgänge, so wird der Impulsausgang ebenfalls deaktiviert.

6.3.3 Ausgabe der Impulse auf einem Analogausgang

Für manche Anwendungsfälle kann es sinnvoll sein, die Ausgabe der gemessenen Impulse auf einem Analogausgang auszugeben. Zum Beispiel, wenn ein über einen Impulsgeber erfasster Durchfluss als Wert auf einem analogen Amperemeter dargestellt werden soll. Um solche Anwendungen zu realisieren, kann der ermittelte Impulswert auf dem ersten verfügbaren Analogausgang der Master-Station ausgegeben werden.

Die Ausgabe des Wertes kann über das Bit 2 "AA" des Konfigurationsregisters 960 "Impulsausgabe" aktiviert werden. Ist dieses Bit gesetzt, so ist der erste an der RTU-710 verfügbare Analogausgang ausschließlich für die Ausgabe von Impulsen verfügbar. Das Output-Register der RTU-710, welches sonst den Wert dieses Analogausganges setzt, ist dann ohne Funktion. Werden über die Punkt-zu-Punkt-Verbindung auch Analogkanäle von der Unterstation zum Master übertragen, so ist dies zu berücksichtigen. In diesem Fall kann der erste Analogeingang der Unterstation nicht verwendet werden, da der zugeordnete erste Analogausgang am Master ja für die Ausgabe der Impulse verwendet wird.

Wenn die Master-RTU einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung für die Impulsausgabe auf den Analogausgang konfiguriert ist (Bit 2 im Register 960 = "1"), nicht jedoch für die Impulsausgabe auf dem Binärausgang C0 (Bit 0 im Register 960 = "0"), so ist der Binärausgang C0 deaktiviert, da der zugehörige Eingang A0 der Unterstation ja für die Erfassung der Impulse verwendet wird und nicht als normaler Binäreingang zur Verfügung steht.

Die Analogausgabe ist standardmäßig so ausgelegt, dass eine Impulsfrequenz von 10Hz (die maximale spezifizierte Frequenz der Impulseingänge der RTU-710) einen Analogwert von 4095 ergibt, was 20mA (bzw. 10V) entspricht. Der Ausgabewert kann jedoch auch mit einem Multiplikator sowie mit einem Offset-Wert versehen werden.

Ist die Betriebsart "Verbundwasserzähler" aktiviert, so werden die erfassten Impulse an den Eingängen A0 und A1 der Unterstation addiert. Hierbei kann eine maximal mögliche Impulsfrequenz von 20 Hz (10Hz plus 10Hz) auftreten. Dies ist bei der Festlegung der Werte des Gainregisters zu beachten. Sollen diese 20Hz einem Maximalwert von 20mA am Analogausgang entsprechen, so muss der Gain-Wert auf 50 (Faktor 0,5) gesetzt werden.

Mit dem Konfigurationsregister "Impuls-Gain" kann der über die Impulserfassung ermittelte Analogwert mit einer festen Konstante im Bereich von 0,01..100,00 multipliziert werden. Hierfür ist in das Register "Impuls-Gain" der gewünschte Multiplikator mit dem Faktor 100 einzutragen, d.h. ein Wert von 170 im Register "Impuls-Gain" entspricht einem Multiplikator von 1,70 ; ein Wert von 85 dem Multiplikator 0,85 und so weiter. Steht im Register "Impuls-Gain" der Wert 0, so wird automatisch der Multiplikator "1" verwendet – der Wert "0" im Gain-Register ist also hier gleichbedeutend mit dem Wert 100.

Der durch diese Operation gewonnene Wert kann nun noch einmal mit einem Offset-Wert versehen werden, d.h. von dem ermittelten Wert wird eine feste Konstante abgezogen oder hinzuaddiert. Diese Konstante wird in den Bits 0-11 des Registers "Impuls-Offset" festgelegt und kann im Bereich von 0-4095 liegen. Das Bit 15 des Registers "Impuls-Offset" legt fest, ob diese Konstante vom Wert abgezogen oder zu dem Wert hinzuaddiert wird. Ist das Bit 15 = 0, so wird der Offsetwert hinzuaddiert, ist das Bit 15 = 1, so wird der Offsetwert abgezogen.

6.3.3.1 Beispiel

An die Master-RTU-710 einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist ein Analogmodul mit 4 Ausgängen 0-20mA angeschlossen. Auf der Slave-Seite misst ein Impulsgeber einen Durchfluss. Bei maximalem Durchfluss erzeugt der Geber eine Impulsfrequenz von 5Hz., was 20mA entsprechen soll. Die Ausgabe des Analogwertes soll im Bereich 4-20mA erfolgen, bei 0 Impulsen sollen also noch 4mA ausgegeben werden.

Für den möglichen Impulsfrequenzbereich 0-5 Hz stehen also 16mA Bandbreite zur Verfügung. Der Gain muss also so berechnet werden, dass bei 5Hz Impulsfrequenz ein Wert von 16mA herauskommt. Ausgehend von der Tatsache, dass bei einem Gain-Faktor von 1 eine Frequenz von 10Hz einen Strom von 20mA ausgibt, ist der Gain-Faktor wie folgt zu berechnen:

$$((10\text{Hz} / 5\text{Hz}) / 20\text{mA}) * 16\text{mA} = 1,6$$

Der Wert des Konfigurationsregisters "Impuls-Gain" muss also auf 160 gesetzt werden, was einem Gain-Faktor von 1,6 entspricht.

An dieser Stelle würde eine Frequenz von 0Hz einen Strom von 0mA und eine Frequenz von 5Hz einen Strom von 16mA am Analogausgang 1 der Master-RTU-710 erzeugen. Der Ausgabebereich soll aber 4-20mA betragen. Daher muss die Ausgabe mittels des Registers "Impuls-Offset" um 4mA angehoben werden.

Da es sich um 12-Bit-Analogausgänge handelt, entspricht ein Wert von 4095 dem Maximalwert von 20mA. 4mA entsprechen demnach

$$(4095 / 20\text{mA}) * 4\text{mA} = 819$$

einem Wert von 819. Dieser Wert ist in die untersten 12 Bit des Registers "Impuls-Offset" zu schreiben. Das Bit 15 des Offset-Registers muss 0 sein, damit der Offset-Wert hinzuaddiert wird.

Mit dieser Konfiguration werden Impulswerte von 0..5Hz als Analogwerte im Bereich 4..20mA ausgegeben.

Überschreitet der ermittelte Wert nach der Berechnung von Gain und Offset den Wert 4095, so wird der Analogwert automatisch auf den Maximalwert (4095) gesetzt. In unserem Beispiel würde eine Impulsfrequenz von 7 Hz also ebenfalls einen Analogwert von 20mA ergeben. Unterschreitet der Wert die Grenze "0" (z.B. wenn nach der Gainberechnung ein Wert "100" herauskommt, per Offset aber 300 abgezogen werden), so wird der Analogwert "0" ausgegeben.

6.3.3.2 Hinweise zur Analogausgabe

Ist mindestens die Zeit eines Messintervalls verstrichen, so wird bei der nächsten Datenübertragung der Analogwert gemäß der seit der letzten Übertragung durchschnittlich gemessenen Impulsfrequenz aktualisiert. Dieser Analogwert wird bis zur nächsten Aktualisierung gehalten. Bei Verlust der Funkverbindung zur Slave-Station wird der Analogwert des Impulsausgangs so lange gehalten, wie es die Timeoutwerte der Master-Station festlegen. In dem Moment, wo alle Ausgänge der Master bedingt durch den Timeout deaktiviert werden, wird auch der Impuls-Analogausgang auf 0 gesetzt.

6.3.4 Verhalten bei Spannungsausfall / Reset der Unterstation

Bei einem Spannungsausfall oder Reset der Unterstation werden die Zählerwerte der Unterstation auf 0 zurückgesetzt. Eine laufende Differenzbildung zum zuletzt erfassten Messwert würde auf Grund des Sprunges erhebliche Fehlübertragungen ergeben.

Die Masterstation erkennt einen Neustart der Unterstation und somit einen ungültigen Zählerwert. Das entsprechende Messergebnis wird dann verworfen, da erst nach Ablauf eines weiteren Messintervalls bei der nächsten Übertragung wieder eine relevante Differenz gebildet werden kann. Daher kann ein Neustart der Unterstation zum Verlust von Impulsen führen, die mindestens im Zeitraum eines Messintervalls aufgetreten sind.

6.3.5 Systemgrenzen bei der Impulsübertragung

Folgende technischen Grenzen sind bei der Impulsübertragung zu beachten:

Die Zählergänge einer RTU-710, zu denen auch der Impulseingang der Unterstation zählt, garantieren eine Erfassungsfrequenz von 10Hz. Diese sollte nicht überschritten werden.

Wird bei einem Funkausfall von mehr als 130 Sekunden nur ein Impuls erfasst, so kann dieser aus technischen Gründen nicht sofort ausgegeben werden. Bei der impulsgenauen Ausgabe wird der Impuls jedoch zwischengespeichert und bei der nächstmöglichen Ausgabe mit einbezogen. Für eine unmittelbare Ausgabe müssen daher mehr als 1 Impuls pro 130 Sekunden Zeitdifferenz zwischen 2 Funkübertragungen erfasst werden (2 Impulse bei 260 Sekunden und so weiter...). Dies ist jedoch im Normalbetrieb nicht relevant, da selbst im Zeitschlitz üblicherweise bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen nach spätestens 60 Sekunden eine neue Übertragung stattfindet.

Die maximale Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Datenübertragungen (Funkunterbrechung) darf 655 Sekunden (knapp 11 Minuten) nicht übersteigen, sonst können bei der frequenzgenauen Ausgabe starke Abweichungen (zu hohe Frequenz) auftreten. In diesem Fall wird das Messintervall bei der frequenzgenauen Ausgabe daher verworfen.

Die maximale Anzahl von der Unterstation erfasster Impulse zwischen zwei Datenübertragungen darf 65535 nicht überschreiten (das entspricht bei 10Hz Maximalfrequenz allerdings einer Funkausfallzeit von 109 Minuten), sonst gehen 65536 Impulse verloren. Dies betrifft nur die impulsgenaue Ausgabe, da die frequenzgenaue Ausgabe nach den oben beschriebenen 655 Sekunden grundsätzlich verworfen wird.

7 Registerbelegung

7.1 Registerstruktur

Die Funkmodembaugruppen der RTU-710 Serie sind intern nach dem MODBUS RTU Standard strukturiert. Damit haben alle Register eine Wortbreite von 16 Bit und sind in drei Gruppen bündig hintereinander abgelegt. Schreibzugriffe erfolgen durch die Übertragung der Startadresse, gefolgt von der Anzahl der zu übertragenen Register und den Datenworten, Lesezugriffe durch die Übertragung der Startadresse, gefolgt von einem 16-Bit Zahlenwert, der die Anzahl der zu lesenden Datenworte beschreibt.

Neben den Schreib- und Leseregistern enthält die RTU auch spezielle „nur lese Register“ (RP-Register) und Register, die nach dem Schreiben sofort in einen stromausfallsicheren Bereich gesichert werden (E-Register)

Zugriffsarten:

- (R): Register kann gelesen werden
- (W): Register kann gelesen und beschrieben werden
- (WP): Register kann gelesen werden und enthält Werkseinstellungen
Es kann nicht beschrieben werden.
- (E): Registerwert wird stromausfallsicher im EEPROM gespeichert

Die in der folgenden Tabelle vor den Klammern angegebene Registernummer entspricht der tatsächlich im Datentelegramm übertragenen Adresse auf die zugegriffen werden soll . In Klammern sind aus Kompatibilitätsgründen zusätzlich die logischen Modbus-Adressen angegeben.

Lese- und Schreibregister der RTU-710

Register	Funktion	Bemerkung
0 (40001)	Geräteadresse	Über den DIP-Schalter eingestellte MODBUS-Adresse, über die das Gerät angesprochen werden kann (R)
1 (40002)	Status	Status-Byte. Schreiben eines beliebigen Wertes in dieses Register setzt das Statusbyte zurück. (R/W)
2 (40003)	Eingangsregister	Eingänge (R) in der Reihenfolge: Binäre Eingänge, Analoge Eingänge Zähler / Timer (Port A,B) Min/Max/Mittelwerte/Redundanzzähler, aktuell Min/Max/Mittelwerte/Redundanzzähler, Backup
99 (40100)	Virtuelles Eingangsregister (PicoLogo)	Virtuelles Eingangsregister, auf welches PicoLogo bei einer RTU-710/PLx zugreifen kann.
300 (40301)	Ausgaberegister	Ausgänge (W) in der Reihenfolge: Binäre Ausgänge, analoge Ausgänge
399 (40400)	Virtuelles Ausgangsregister (PicoLogo)	Virtuelles Ausgangsregister, auf welches PicoLogo bei einer RTU-710/PLx zugreifen kann.
598 – 599 (40599 – 40600)	Schreibmaske für Mapping-Register	Jedem Mapping-Register ist ein Bit der Schreibmaske zugewiesen, das Register 600 ist dem Bit 0 des Schreibmaskenregisters 599 zugeordnet, das Register 631 dem Bit 15 des Schreibmaskenregisters 598. Die Verwendung der Schreibmaske ist optional und gilt nur für denselben Zugriff, in dem auch die Schreibmaskenregister angesprochen werden.
600 – 631 (40601-40632)	Mapping-Register	In diesen Bereich können beliebige Register gespiegelt werden. Welche Register hier vorzufinden sind, wird im Konfigurationsregisterbereich 1000-1031 festgelegt. Steht in Register 1000 z.B. der Wert "0001", so ist das Register 1 auch auf der Position 600 zu finden. So kann auf verstreut liegende Register mit einem einzigen Schreib- / Lesezugriff zugegriffen werden.

Spezielle Register der RTU-710

Register	Funktion	Bemerkung
900 (40901)	Funkadresse	Adresse des Funklayer (R/WP/E)
901 (40902)	t-Timeout	Funk-Timeout in Sekunden (R/W/E)
902 (40903)	x-Timeout	Datensatz-Timeout in Anzahl Pakete (R/W/E)
906 (40907)	Geräte-ID	Gibt die ID des Gerätes wieder (R)
907 (40908)	Firmware	Firmware-Version (R) 0115 _{Hex} entspricht z.B. der Version 01.15
910 (40911)	Funkkanal	Aktuell verwendeter Funkkanal (R/W)
911 (40912)	Default Funkkanal	Verwendeter Funkkanal nach dem nächsten Einschalten (R/W/E)
912 (40913)	Sendeleistung	Verwendete Sendeleistung (0-100) (R/W) Wird ab Werk auf den im Datenblatt angegebenen Maximalwert begrenzt
913 (40914)	Default-Sendeleistung	Sendeleistung des Funkgerätes nach dem nächsten Einschalten (R/W/E)
914 (40915)	Empfangsfeldstärke	Empfangsfeldstärke des zuletzt empfangenen Datensatzes in Prozent (R)
916 (40917)	Stationsadresse	Logische Adresse des Gerätes (R/W/E)
917 (40918)	Betriebsart	Bit 0-2: Betriebsart des Gerätes, über DIP-Schalter programmierbar Bit 3: Wenn gesetzt, ist die Remanenz der Timer und Counter deaktiviert Bit 8: Wenn gesetzt, dann arbeitet die RTU-710 im Pipelinebetrieb. Bit 9: Wenn gesetzt, dann wird die Funkdatenrate auf 1200bps zurückgesetzt. Wird erst nach Neustart des Gerätes aktiv (Ab Firmwareversion 4.40) Bit 10: Wenn gesetzt, arbeitet eine RTU im Master-Betrieb nicht mit dem MoP2-, sondern mit dem MoP-Telegramm. Diese Einstellung ist ausschließlich aus Kompatibilitätsgründen zu Netzen mit RTU-700 möglich. (Ab Firmware 4.70)
918 (40919)	Pin-Konfiguration Timer / Counter	Jeder interne Eingang entspricht einem Bit (Port A7= MSB, Port B8=LSB) Ist das Bit gesetzt, so hat dieser Eingang Zählfunktion. Ist das Bit 0, so hat dieser Eingang Timerfunktion
919 (40920)	Abtastzeit Mittelwertbildung	Abtastzyklus für Mittelwertbildung der Analog-eingänge in Sekunden (R/W/E)

930 (40931)	Binäreingänge	Anzahl der verfügbaren Binäreingänge (R)
931 (40932)	Analogeingänge	Anzahl der verfügbaren Analogeingänge (R)
932 (40933)	Binärausgänge	Anzahl der verfügbaren Binärausgänge (R)
933 (40934)	Analogausgänge	Anzahl der verfügbaren Analogausgänge (R)
934 (40935)	Ereigniszähler	Anzahl der verfügbaren Ereigniszähler (R)
935 (40936)	Zeitzähler	Anzahl der verfügbaren Betriebszeitzähler (R)

951 (40952)	Zusammenfassung von Zählern	Dieses Register erlaubt die Zusammenfassung zweier nebeneinander liegender Zähler zu einem 32-Bit-Zähler
960 (40961)	Konfiguration Impulsausgang	Konfiguriert den Ausgang C0 für die Impulsübertragung im Punkt-zu-Punkt-Betrieb
961 (40962)	Impuls auf Analog Gainregister	Legt die Verstärkung für Impuls auf Analogausgabe fest
962 (40963)	Impuls auf Analog Offset	Legt den Offset für Impuls auf Analogausgabe fest

Mapping Tabelle (600 bis 615) und Mapping Pointer (1000 bis 1015)

1000 bis 1031 (41001 bis 41032)	MappingPointer	Zeigt auf die Register, die in die MappingTabelle eingetragen wurden (R/W/E)
600 bis 631 (40601 bis 40632)	MappingTabelle	Hier sind die „gemappten“ Register abrufbar (R/W)

7.2 Beschreibung der Registerfunktionen

7.2.1 Geräteadresse

In diesem Register wird die über den DIP-Schalter eingestellte Geräteadresse wiedergegeben. Die Adresse kann im Bereich von 0-255 liegen. Grundsätzlich sind die Adressen 0, sowie 241 - 255 für Zentralstationen reserviert und sollten für RTU-710 Unterstationen nicht verwendet werden.

7.2.2 Status

Über das Statusregister kann der Systemzustand der Baugruppe über Funk abgefragt werden. Folgende Statusmeldungen werden z.Zt. unterstützt:

Bit	Bedeutung
0	Interner Fehler 1
3	Wird gesetzt, wenn die RTU per t-Timeout oder x-Timeout ihre Ausgänge zurückgesetzt hat.
4	Reset der Funkbaugruppe
5	Fehler der Funkbaugruppe
6	Fehler in den Erweiterungsmodulen
7	Spannungsausfall/Neustart Counter und Timer wurden zurückgesetzt

Achtung!

Bis auf Bit 6 (Fehler in den Erweiterungsmodulen) werden alle Statusbit zurückgesetzt, wenn ein beliebiger Schreibvorgang auf das Register erfolgt. Bit 6 zeigt solange einen Fehler in den Erweiterungsbaugruppen an, bis dieser behoben wurde.

7.2.3 Register der Binär- und Analogeingänge

Hier liegen die Register der Eingänge. Zuerst kommen die Register der Binäreingänge, dann die Register der Analogeingänge. Anschließend sind die 16 Register für die Zähler/Timerfunktion der 16 internen Binäreingänge zu finden. Das erste Register nach den Analogeingangswerten ist das Zähler/Timerregister des Eingangs A0, das sechzehnte Register nach den Analogwerten ist das Zähler- / Timerregister des Einganges B7.

Da die Register 16 Bit breit sind, belegen jeweils 8 Binäreingänge ein halbes Registerwort. Port A belegt somit den Low-Teil des Registers 2, Port B den High-Teil. Sind auch analoge Eingänge vorhanden, beginnen diese dann mit dem nächsten ganzen Register. Jeder Analogeingang belegt jeweils ein ganzes Register. Analogwerte sind 12 Bit breit, die oberen 4 Bit werden nicht genutzt.

Die Anzahl der binären und analogen Eingänge, sowie der Zähler und Timer, können über die jeweiligen Statusregister abgefragt werden.

Zuordnung der internen Eingänge der A0-A7 und B8-B15 der RTU-710 zu der Bitposition des Registers 2:

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Inp	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

Beispiel: Registeranordnung von Binär- und Analogeingängen:

An einer RTU-710/DA1 ist ein Erweiterungsmodul mit 16 Binäreingängen sowie ein Erweiterungsmodul mit 8 Analogeingängen angeschlossen. Bei dieser Konfiguration sind die Eingangs-Register wie folgt belegt:

- Das Register zwei gibt die internen 16 Eingänge der RTU wieder.
- Der Low-Teil des Registers drei gibt den ersten Port (A) des 16-Binäreingänge-Erweiterungsmoduls wieder.
- Der High-Teil des Registers drei ist mit dem zweiten Port (B) des Binäreingänge-Erweiterungsmoduls belegt.
- Ab Register vier beginnen die vier Register der internen analogen Eingänge der RTU-710/DA1.
- Ab Register acht finden sich die acht analogen Eingänge des extern zugeschalteten Analog-Erweiterungsmoduls.
- Ab Register 16 liegen die 16 Zähler/Timerregister. Das erste Register entspricht Port A0, das Letzte Port B15.
- Ab Register 32 liegen die aktuellen Minimal- Maximal- Durchschnittswerte der ersten vier Analogeingänge
- Ab Register 48 liegen die alten Minimal- Maximal- Durchschnittswerte der ersten 4 Analogeingänge

7.2.4 Register der Binär- und Analogausgänge

Hier liegen die Register der Ausgänge, zuerst die Register der Binärausgänge, dann die Register der Analogausgänge.

Da Register 16 Bit breit sind, belegen jeweils 8 Binärausgänge ein halbes Register. Der erste Port (Port A) belegt immer zuerst den Low-Teil eines Registers. Sind auch analoge Ausgänge vorhanden, beginnen diese dann mit dem nächsten ganzen Register. Jeder analoge Ausgang belegt jeweils ein ganzes Register. Analogwerte sind 12 Bit breit, die oberen 4 Bit werden nicht genutzt.

Zuordnung des internen Ausgabe-Ports zu den Bits des Ausgabe-Registers 300:

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Inp	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0

Es ist zu beachten, dass interne Binärausgänge auf Port D nur bei der Gerätevariante RTU-710x/DA3 vorhanden sind! Bei anderen Varianten ist der High-Teil des Registers 300 nicht durch interne Ausgänge belegt und würde daher erst bei der Verwendung von Binärausgängen über Erweiterungsmodule Verwendung finden.

Beispiel: Registeranordnung von Binär- und Analogausgängen:

An einer RTU sind zwei Erweiterungsmodule mit jeweils 8 Binärausgängen sowie ein Erweiterungsmodul mit 4 Analogausgängen angeschlossen. Bei dieser Konfiguration sind die Output-Register wie folgt belegt:

- Der Low-Teil des Registers 300 gibt die internen 8 Binärausgänge der RTU wieder.
- Der High-Teil des Registers 300 entspricht den 8 binären Ausgängen des ersten Erweiterungsmoduls mit 8 Binärausgängen.
- Der Low-Teil des Registers 301 ist mit dem zweiten Binärausgangs-Erweiterungsmodul belegt.
- Da nun keine Binärausgänge mehr vorhanden sind, ist der High-Teil des Registers 301 nicht belegt.
- Ab Register 302 finden sich die 4 analogen Ausgänge des Analog-Erweiterungsmoduls.

Achtung!

In der Betriebsart "MODBUS-RTU, Brodersen-kompatibel" weicht die Belegung der Register von der Standardbelegung ab!

7.3 Mapping-Register

Von Register 600 bis Register 631 sind 32 Register verfügbar, die praktisch als Spiegelung beliebiger Register arbeiten können. So kann man sich z.B. im Registerbereich der RTU-710 verstreute Register in diesem Bereich zusammentragen und in einem einzigen Zugriff lesen und beschreiben.

Welche der Register in diesen Bereich gespiegelt werden, wird im Registerbereich 1000-1031 konfiguriert. Das Register 1000 konfiguriert hier das Register 600, 1001 konfiguriert Register 601 und so weiter.

Wird in das Konfigurationsregister 1000 z.B. der Wert "1" und in das Register 1001 der Wert "300" geschrieben, so ergibt ein Lesezugriff auf Register 600 den Wert von Register 1 (Binäreingänge), ein Lesezugriff auf Register 601 ergibt den Wert von Register 300 (Binärausgänge) und ein Schreibzugriff auf Register 601 setzt Register 300.

Ab der Firmwareversion 4.31 ist das erste Mapping Register (600, Konfigurationsregister 1000) nach dem Einschalten des Gerätes immer mit dem Statusregister 1 belegt.

7.3.1 Schreibmaske für die Mapping-Register (Register 598, 599)

Normalerweise wird jedes Register bei einem Schreibzugriff sofort mit dem entsprechenden Wert beschrieben. Der große Vorteil bei den Mapping-Registern ist, dass man sich hier beliebige Register aus dem Adressraum der RTU-710 zusammenstellen und mit einem einzigen Zugriff lesen und schreiben kann.

Eventuell will man aber nur einzelne Register des Mapping-Bereiches beschreiben, und andere unangetastet lassen. Hier bietet sich die Verwendung der Schreibmaske an.

Diese Schreibmaske liegt in den Registern 598 und 599 und verfügt somit über 32 Bit. Jedes Bit der Schreibmaske ist einem Mapping-Register zugeordnet. Das niederwertigste Bit ist das Bit 0 des Registers 599, dieses ist dem Mapping-Register 600 zugeordnet. Das höchstwertige Bit ist das Bit 15 des Registers 598, dieses ist dem Mapping-Register 631 zugeordnet.

Die Schreibmaske gilt jeweils nur für **einen Zugriff** – will man unter Verwendung der Schreibmaske einzelne Register beschreiben, so ist die Schreibmaske in den Registern 598 und 599 mit demselben Zugriff wie die Mapping-Register zu setzen. Jedes Register, dessen zugeordnetes Bit der Schreibmaske auf "1" gesetzt ist, kann in diesem Zugriff beschrieben werden. Alle anderen Register, deren zugeordnetes Bit in der Schreibmaske "0" ist, werden ignoriert. Wird die Schreibmaske nicht beschrieben, so werden die Register beim Zugriff ohne Einschränkung geschrieben.

Beispiel:

Die Register 600, 610 und 628 sollen beschrieben werden, alle anderen Register sollen unangetastet bleiben. Um nicht in 3 Zyklen schreiben zu müssen, wird ein Schreibzugriff unter Verwendung der Schreibmaske getätigt. Der Schreibzugriff umfasst in diesem Fall den Registerbereich 598 bis 628. In das Register 599 ist der Wert 0x0401 zu schreiben (Bits 0 und 10 gesetzt, entspricht Schreibfreigabe für die Register 600 und 610), in das Register 598 ist der Wert 0x1000 zu schreiben (Bit 12 gesetzt, entspricht Schreibfreigabe für Register 628). Obwohl der Schreibzugriff den gesamten Bereich 598-628 abdeckt, werden hierbei nur die Register 600, 610 und 628 neu geschrieben.

7.4 RTU-Konfigurationsregister

Ab der Adresse 900 liegen die Konfigurations- und Sonderregister, über die Geräteparameter eingestellt werden können. Es hängt vom jeweiligen Register ab, ob es gelesen, beschrieben oder nur werksseitig beschrieben werden kann. Einige der Register werden stromausfallsicher abgespeichert.

7.4.1 Konfigurationsregister Funkadresse

Hier findet sich die Adresse des Funkübertragungslayers. Jeder Kunde erhält eine einmalige Adresse. So wird verhindert, dass sich Anlagen verschiedener Kunden auf der gleichen Frequenz beeinflussen können.

7.4.2 Konfigurationsregister Timeouts

Zwischen zwei Datentransfers werden die Ausgänge (sowohl die internen Ausgänge als auch die Ausgänge eventuell angeschlossener Erweiterungsmodule) in ihrem momentanen Zustand gehalten. Damit bei einer eventuellen Funkstörung die Ausgänge nicht beliebig lange im aktiven Zustand bleiben, sind 2 Timeouts implementiert.

7.4.3 Konfigurationsregister Zeit-Timeout (t-Timeout)

Die RTU-710 horcht laufend nach Datensätzen, die über Funk auf ihrer Frequenz ausgesendet werden. Kann die RTU n Sekunden lang keinen Datensatz von einer Zentrale empfangen, setzt sie alle Ausgänge in den Ruhezustand zurück. Die Zeit von n Sekunden kann durch Ändern des entsprechenden Wertes im Register verändert oder der Timeout komplett deaktiviert (Wert 0) werden.

Werden die Ausgänge durch den Timeout deaktiviert, so wird Bit 3 im Statusregister gesetzt, um dies dem Master bei der nächsten Abfrage kenntlich zu machen. Das Bit wird durch einen Schreibvorgang auf das Statusregister wieder zurückgesetzt.

Die Werksvorgabe liegt bei 10 Sekunden [bei Nicht-Zeitschlitz-Betrieb und bei 310 Sekunden im Zeitschlitzbetrieb](#).

7.4.4 Konfigurationsregister Datensatz-Timeout (x-Timeout)

In Funknetzen, die aus vielen Stationen bestehen, kann es vorkommen, dass eine einzelne Station längere Zeit nicht adressiert wird. Der Datensatz-Timeout definiert nun, nach wie vielen gültig empfangenen Aufforderungsdatensätzen die einzelne Station mindestens ein Mal adressiert werden muss, damit sie ihre Ausgänge nicht in den Ruhezustand (Aus) schaltet. Die Werksvorgabe liegt bei 512 Datensätzen.

Werden die Ausgänge durch den Timeout deaktiviert, so wird Bit 3 im Statusregister gesetzt, um dies dem Master bei der nächsten Abfrage kenntlich zu machen. Das Bit wird durch einen Schreibvorgang auf das Statusregister wieder zurückgesetzt.

Die Funktion kann durch Schreiben des Wertes "0" in das Register abgeschaltet werden.

7.4.5 Konfigurationsregister Geräte-ID

Dieses Register kann genutzt werden, um ein Funknetz automatisch zu scannen, oder um zu überprüfen, ob das richtige Endgerät eingesetzt wurde. Die Geräte-ID der RTU-710 Baugruppen sind wie folgt:

- 0010 h: RTU-710/DA2
- 0011 h: RTU-710/DA1
- 0012 h: RTU-710/DA3

7.4.6 Konfigurationsregister Software-Version

Gibt die Softwareversion der RTU wieder. Ein Wert von 0115h bedeutet Softwarestand Version 1.15. Dieser Wert wird auch beim Einschalten der RTU auf den LED angezeigt.

7.4.7 Konfigurationsregister Funkkanal

Dieses Register ermöglicht die Umschaltung des Funkkanals per Softwarezugriff.

Hat das Register "Vorgabewert Funkkanal" den Wert 0xFFFF (Auslieferungszustand, außer Zeitschlitzverfahren), findet die Kanaleinstellung über den von außen zugänglichen DIP-Schalter statt. Jede Änderung des DIP-Schalters überschreibt dieses Register dann mit dem eingestellten Wert.

Wenn kein DIP-Schalter für die Einstellung der Frequenz vorhanden ist, wird nach dem Einschalten der RTU der im Konfigurationsregister "Vorgabewert Funkkanal" eingestellte Wert übernommen

7.4.8 Konfigurationsregister Vorgabewert Funkkanal

Ist ein Gerät so konfiguriert, dass zwar mehrere Frequenzen im Band nutzbar sind, diese jedoch nicht über den DIP-Schalter einstellbar sind, so muss der Funkkanal über das Register "Vorgabewert Funkkanal" eingestellt werden. Also wird der hier eingestellte Wert vom Funkgerät beim Einschalten übernommen. Soll der Wert per DIP-Schalter einstellbar sein, so muss in dieses Register der Wert 0xFFFF geschrieben werden.

7.4.9 Konfigurationsregister Sendeleistung

Wert der Sendeleistung im Bereich von 0-100. Dieser Wert ist nicht linear! 100 entspricht 500mW bei Medium-Power Geräten und 6 Watt bei High-Power Geräten. Diese Sendeleistung kann intern ab Werk zulassungsbedingt begrenzt sein.

Hat das Register "Vorgabewert Sendeleistung" den Wert 0xFFFF (Auslieferungszustand), findet die Einstellung der Sendeleistung über den von außen zugänglichen DIP-Schalter statt. Jede Änderung des DIP-Schalters überschreibt dieses Register dann mit dem eingestellten Wert.

Wenn kein DIP-Schalter für die Einstellung der Frequenz vorhanden ist, wird nach dem Einschalten der RTU der im Konfigurationsregister "Vorgabewert Funkkanal" eingestellte Wert übernommen

7.4.10 Konfigurationsregister Vorgabewert Sendeleistung

Eine Veränderung des Registers "Sendeleistung" hat sofortigen Einfluss auf die aktuelle Sendeleistung, verliert aber seinen Wert nach einem Reset oder Spannungsausfall. Das Register "Vorgabewert Sendeleistung" ist der Wert, mit dem das Register "Sendeleistung" nach einem Reset / Spannungsausfall besetzt wird. Soll die Sendeleistung dauerhaft verändert werden, sind daher beide Register zu ändern. Soll der Wert per DIP-Schalter einstellbar sein, so muss in dieses Register der Wert 0xFFFF geschrieben werden.

7.4.11 Konfigurationsregister Feldstärke des letzten Datensatzes

Die Empfangsfeldstärke des zuletzt empfangenen Datensatzes wird hier in Prozent (0-100) wiedergegeben. In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Feldstärkewerte den Prozentangaben gegenübergestellt.

Feldstärke	Wert in %	LED-Anzeige	Bemerkung
0,5 μ V	17%	3 rot	Auswertegrenze
1 μ V	28%	gelb	Gute Auswertung
5 μ V	51%	1 grün	Sehr gute Auswertung
10 μ V	61%	2 grün	
30 μ V	75%	3 grün	
150 μ V	98%	4 grün	

7.4.12 Konfigurationsregister Geräteadresse

Hier steht die logische Adresse des Gerätes. Der Wert dieses Registers wird auch in Register 0 gespiegelt. Ist die Adresse über DIP-Schalter einstellbar, hat diese Einstellung Vorrang.

7.4.13 Konfigurationsregister Zähler/Timerzuordnung

Jeder der 16 internen Eingänge kann entweder eine Zählerfunktion oder eine Timerfunktion haben. Welche Funktion ein entsprechender Eingang hat, wird in diesem Register festgelegt. Ist das entsprechende Bit "0", so hat der Eingang Timerfunktion. Ist das Bit "1", so hat der Eingang Zählerfunktion.

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Inp	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8

7.4.14 Konfigurationsregister "Impulsausgang"

Sollen über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung Impulse übertragen werden, so ist der Ausgang C0 der als Master konfigurierten RTU-710 für die Impulsausgabe zu konfigurieren. Ein als Impulsausgang konfigurierter Ausgang ignoriert das entsprechende Ausgangsbit des Binärausgangsregisters 300. In dem Register 960 wird sowohl der Ausgang für die Impulsausgabe freigegeben, als auch die Betriebsart der Impulsausgabe (impulsgenau oder frequenzgenau) sowie die Mindestzeit eines Meßintervalles festgelegt.

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Mindestzeit für ein Meßintervall in Sekunden (Vorgabe: 20 Sekunden)												VW	AA	IM	IE

Messintervallzeit:

Der Wert in den Bits 8..15 gibt die Zeit in Sekunden an, die ein Messintervall mindestens aufweisen muss. Bei der nächstmöglichen Kommunikation zur Unterstation nach Ablauf dieser Zeit wird die Impulsausgabe aktualisiert. Werksvorgabe: 20 Sekunden

AA:

Analoge Impulsausgabe. Ist dieses Bit gesetzt, so wird die gemessene Impulsfrequenz der Unterstation als Analogwert auf dem ersten verfügbaren Analogausgang ausgegeben. Eine Frequenz von 10Hz entspricht hierbei dem maximalen Analogwert (z.B. 20mA). Die Ausgabe kann über die Register "Impuls-Gain" und "Impuls-Offset" an eigene Anforderungen angepasst werden.

IM:

Art der Impulsausgabe. Ist das Bit gesetzt, so findet eine impulsgenaue Ausgabe statt (Werkseinstellung). Ist das Bit 0, so wird frequenzgenau ausgegeben.

IE:

Ist dieses Bit gesetzt, so wird der Ausgang C0 als Impulsausgang verwendet. Er kann dann nicht mehr über das Ausgangsregister 300 gesteuert werden.

VW:

Mit dem Setzen dieses Bit wird die Betriebsart "Verbundwasserzähler" aktiviert. In dieser Betriebsart werden die Impulse an den Eingängen A0 und A1 der Unterstation erfasst und addiert.

7.4.15 Konfigurationsregister "Impuls-Gain"

In diesem Register kann ein Multiplikator für die Ausgabe der Impulse auf dem ersten Analogausgang festgelegt werden. Der Multiplikator wird dabei immer mit dem Faktor 100 angegeben, so entspricht ein Registerwert von 150 demnach einem Multiplikator von 1,5.

Ein Registerwert von 0 entspricht einem Registerwert von 100, steht das Impuls-Gain-Register also auf 0, wird ein Multiplikator von 1 angenommen.

Registerwerte zwischen 1 und 99 entsprechen einer Multiplikation mit dem Faktor 0,01..0,99.

Es ist ein maximaler Wert von 10000 möglich, welcher einem Multiplikator von 100 entspricht.

Für eine detaillierte Beschreibung sei auf das Kapitel "Impulsübertragung" verwiesen.

7.4.16 Konfigurationsregister "Impuls-Offset"

Neben der im vorhergehenden Register beschriebenen Multiplikation des Impulswertes ist auch eine Verschiebung des ausgegebenen Analogwertes über dieses Offset-Register möglich.

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Op				12-Bit Offset-Wert											

Op: Gibt an, ob der Offset-Wert hinzuaddiert (Op=0) oder subtrahiert wird (Op=1)

Nach der Erfassung der Impulse und der Berücksichtigung eines eventuell im Konfigurationsregister "Impuls-Gain" festgelegten Multiplikators kann vor der Ausgabe des Wertes auf dem Analogausgang ein in diesem Register festgelegter Wert hinzuaddiert oder abgezogen werden. Der Offset-Wert wird in den Bit 0..11 dieses Registers abgelegt, Bit 15 gibt an, ob dieser Wert hinzuaddiert (Bit 15 = 0) oder abgezogen (Bit 15 = 1) wird.

Der nach dieser Operation entstehende Wert ist der 12-Bit-Wert, der auf dem Analogausgang ausgegeben wird. Er muss zwischen 0 und 4095 liegen. Liegt das Ergebnis nach der Offsetberechnung unter 0, so wird der Analogwert auf 0 gesetzt. Liegt der Wert über 4095, so wird der Analogwert auf 4095 gesetzt.

Für eine detaillierte Beschreibung sei auf das Kapitel "Impulsübertragung" verwiesen.

7.4.17 Registerbelegung RTU-710H/DA1 ohne Erweiterungsmodule

Nachfolgend sind als Beispiel die Registeradressen einer RTU-710/DA1 dargestellt. Die Konfigurationsregister sind hier nicht aufgeführt.

Register	Funktion	Bemerkung
0	Slave Adresse	Über den DIP-Schalter eingestellte MODBUS-Adresse, über die das Gerät angesprochen werden kann
1	Status	Status-Byte
2	Binäre Eingänge	16 interne Binäreingänge
3-6	Analogeingänge	4 interne Analogeingänge
7-22	Zähler / Timer	16 Zähler / Timer (Eingänge Port A,B)
23-38	Min/Max/Avg	Min-, Max- und Durchschnittswerte der 4 Analogeingänge, aktuell
39-54	Min/Max/Avg	Min-, Max- und Durchschnittswerte der 4 Analogeingänge, Redundanz
300	Binäre Ausgänge	Im Low-Teil des Registers 8 interne Binärausgänge.

7.4.18 Registerbelegung RTU-710H/DA2 ohne Erweiterungsmodule

Nachfolgend sind als Beispiel die Registeradressen einer RTU-710/DA2 dargestellt. Die Konfigurationsregister sind hier nicht aufgeführt.

Register	Funktion	Bemerkung
0	Slave Adresse	Über den DIP-Schalter eingestellte MODBUS-Adresse, über die das Gerät angesprochen werden kann
1	Status	Status-Byte
2	Binäre Eingänge	16 interne Binäreingänge
3-18	Zähler / Timer	16 Zähler / Timer (Eingänge Port A,B)
300	Binäre Ausgänge	Im Low-Teil des Registers 8 interne Binärausgänge.

7.4.19 Registerbelegung RTU-710H/DA3 ohne Erweiterungsmodule

Nachfolgend sind als Beispiel die Registeradressen einer RTU-710/DA3 dargestellt. Die Konfigurationsregister sind hier nicht aufgeführt.

Register	Funktion	Bemerkung
0	Slave Adresse	Über den DIP-Schalter eingestellte MODBUS-Adresse, über die das Gerät angesprochen werden kann
1	Status	Status-Byte
2	Binäre Eingänge	16 interne Binäreingänge
3-18	Zähler / Timer	16 Zähler / Timer (Eingänge Port A,B)
300	Binäre Ausgänge	16 interne Binärausgänge

8 Betriebsarten

Die RTU-710 kann als Master für Punkt-zu-Punkt (P2P) oder Punkt-zu-Mehrpunkt (P2MP)-Verbindungen konfiguriert werden.. Hierzu stehen bei diesen Geräten drei DIP-Schalter zur Einstellung der Betriebsart zur Verfügung.

8.1 Punkt-zu-Punkt Verbindung

Diese Betriebsart ermöglicht es, eine fast beliebige Anzahl binärer und/oder analoger Signale über eine Funkstrecke zu übertragen. Die Daten werden auf der einen Seite parallel eingelesen, und auf der anderen Seite in gleicher Form wieder ausgegeben und umgekehrt. Werden die RTU ohne Erweiterungsmodule betrieben, so wird Port A (Eingang) der einen Station jeweils an Port C (Ausgang) der Gegenstation ausgegeben. Bei Verwendung von RTU-710/DA3 wird zusätzlich der Port B auf dem Port D der Gegenseite ausgegeben.

Bei der Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist die Übertragung von Impulsen von der Unterstation zum Master hin möglich. Diese Funktion ist in Kapitel 5 detailliert beschrieben.

8.1.1 Adressierung im Punkt-zu-Punkt Betrieb

Um eine P2P Verbindung aufzubauen wird *eine* RTU-710 per DIP-Switch in den Master-Mode für die Punkt-zu-Punkt Verbindung geschaltet, die zweite Station wird als Standard RTU für das MoP Protokoll betrieben. Um mehrere Systeme gleichzeitig betreiben zu können, ist für die Adressierung folgendes zu berücksichtigen:

- Es können bis zu 15 verschiedene Masteradressen in der Form Adresse = nnh am DIP-Schalter codiert werden.
(Beispiel: nnh = 11h, 22h, 33h, ... EEh)
- Die Adresse FFh ist reserviert und darf als Masteradresse nicht verwendet werden.
- Die Masterstation mit der Adresse nnh ruft jeweils die Unterstation mit der Adresse nnh+1 (Beispiel: Master 33h ruft Slave 34h)

Erklärung zur Adressvergabe:

Um im Funkdatentelegramm Zentralstationen von Unterstationen unterscheiden zu können, wurde der hexadezimale Zahlenblock Fnh (n=1 bis n=E), sowie die Codierung 00h für Zentralstationen reserviert. Wird eine RTU nun als Masterstation programmiert, wird der niederwertige Teil der DIP-Schalter Adresscodierung als Zentralkennung verwendet.

Beispiel:

DIP-Schalter=04h -> Zentralkennung=F4h,
DIP-Schalterstellung=66h -> Zentralkennung=F6h.

Für die Adressierung der Unterstationen wird aber die volle 8 Bit Adresse des Codierschalters verwendet und die jeweils nächste Adresse als Unterstationsadresse interpretiert.

Beispiel:

DIP-Schalter=04h -> Unterstation 05h wird gerufen,
DIP-Schalter=77h -> Unterstation 78h wird gerufen.

Damit können in einem Funknetz bis zu 14 Systeme in unterschiedlichen Adressgruppen betrieben werden.

Achtung!

Die Nutzung unterschiedlicher Adressblöcke verhindert, dass Zentralstationen Datentelegramme aus anderen Anwendungen empfangen. Dadurch wird aber nicht verhindert, dass es beim Betrieb von mehreren Funkgeräten auf der gleichen Betriebsfrequenz zu Interferenzen und damit zu Störungen in der Kommunikation kommen kann.

8.1.2 Betriebsablauf

Die Masterstation versucht nun ständig eine Verbindung zur Unterstation aufzubauen. Wird ein solches Gerät gefunden, beginnt ein permanenter Datenaustausch zwischen den beiden Geräten. Dabei werden alle binären und analogen Eingänge zur Gegenseite geschickt und dort ausgegeben, wobei nur die Werte berücksichtigt werden, die auf der Gegenseite hardwaremäßig vorhanden sind.

Wenn eine RTU-Masterstation beispielsweise 8 Analogeingänge besitzt, die Gegenseite aber nur vier Analogausgänge, so werden auch nur die ersten vier Analogwerte übertragen. Die Reihenfolge, in der die Erweiterungsmodule an die RTU-710 gesteckt werden, ist dabei beliebig.

Auch im P2P Betrieb berücksichtigt die RTU die intern eingestellten Timeouts. Wenn eines der Geräte im Zeitraum des eingestellten t-Timeout die Gegenseite nicht empfangen kann, werden alle Ausgänge in den Grundzustand (Aus) zurückgeschaltet. Dieser Timeout kann über einen Zugriff auf das entsprechende Register der RTU auch deaktiviert werden.

Am Master ist erkennbar, wenn die Funkverbindung zur Gegenseite gestört ist. In diesem Falle blinkt die LED "System OK".

8.1.3 MoP2-Telegramme im Punkt-zu-Punkt-Betrieb

Ab Firmware-Version 4.70 arbeitet eine Master-RTU für Punkt-zu-Punkt-Netze mit dem gesicherten MoP2-Telegramm.

Um bei einem Austausch eine Kompatibilität zu Altnetzen (RTU-700) zu gewährleisten, die MoP2 nicht unterstützen, kann durch Setzen von Bit 10 des Betriebsartenregisters 917 (auch durch Konfigurationssoftware PiConfig möglich) auf MoP zurückgeschaltet werden.

8.2 Punkt-zu-Mehrpunkt Betrieb

In der Betriebsart Punkt zu Mehrpunkt können mit einer Masterstation bis zu 4 Unterstationen (Slaves) in einem Funknetz autark, ohne PC oder SPS miteinander kommunizieren. Dabei werden die binären Eingänge der Masterstation parallel an allen Unterstationen ausgegeben. Durch das Zuschalten von Erweiterungsmodulen oder die Verwendung von Unterstationen des Typs DA3 kann die Anzahl der zu übertragenden Binärkanäle auf bis zu 16 erhöht werden.

Für den Weg Unterstation zum Master werden die 8 oder 16 (bei DA3) internen Ausgänge der Masterstation verwendet und je nach Anzahl der Unterstationen auf diese aufgeteilt.

8.2.1 Adressierung im Punkt-zu-Mehrpunkt Betrieb

Um eine Punkt-zu-Mehrpunkt Verbindung aufzubauen wird *eine* RTU-710 per DIP-Switch in den Master-Mode für die Punkt-zu-Mehrpunkt Verbindung geschaltet, die weiteren Station werden als Standard RTU für das MoP Protokoll betrieben. Um mehrere dieser Netze gleichzeitig betreiben zu können, ist für die Adressierung folgendes zu berücksichtigen:

- Es können bis zu 15 verschiedene Masteradressen in der Form Adresse=nnh am DIP-Schalter codiert werden.
(Beispiel: nnh= 11h, 22h, 33h, ... EEh)
- Die Adresse FFh ist reserviert und darf als Masteradresse nicht verwendet werden.
- Die Masterstation mit der Adresse nnh ruft jeweils die Unterstationen mit der Adresse nnh+1, nnh+2,... (Beispiel: Master 33h ruft Slave 34h, 35h,..)

Erklärung zur Adressvergabe:

Um im Funkdatentelegramm Zentralstationen von Unterstationen unterscheiden zu können, wurde der hexadezimale Zahlenblock Fn_n (n=1 bis n=E), sowie die Codierung 00h für Zentralstationen reserviert. Wird eine RTU nun als Masterstation programmiert, wird der niederwertige Teil der DIP-Schalter Adresscodierung als Zentralkennung verwendet.

Beispiel:

DIP-Schalter=04h -> Zentralkennung=F4h,
DIP-Schalterstellung=66h -> Zentralkennung=F6h.

Für die Adressierung der Unterstationen wird aber die volle 8 Bit Adresse des Codierschalters verwendet und die jeweils nächste Adresse als Unterstationsadresse interpretiert.

Beispiel:

DIP-Schalter=04h -> Unterstation 05h wird gerufen,
DIP-Schalter=77h -> Unterstation 78h wird gerufen.

Damit können in einem Funknetz bis zu 14 Punkt-zu-Mehrpunkt Netze in unterschiedlichen Adressgruppen betrieben werden.

Achtung!

Die Nutzung unterschiedlicher Adressblöcke verhindert, dass Zentralstationen Datentelegramme aus anderen Anwendungen empfangen. Dadurch wird aber nicht verhindert, dass es beim Betrieb von mehreren Funkgeräten auf der gleichen Betriebsfrequenz zu Interferenzen und damit zu Störungen in der Kommunikation kommen kann.

8.2.2 Betriebsablauf

Nach dem Einschalten und dem Systemtest der Masterstation versucht diese eine Funkverbindung zu den Unterstationen aufzubauen. Solange nicht alle Stationen verfügbar sind, blinkt die OK LED der Masterstation mit einem Taktverhältnis von 1 zu 1. Sobald alle Stationen im Netz sind, leuchtet die OK-LED kontinuierlich.

In einem Punkt-zu-Zweipunkt System werden die ersten vier Eingänge der ersten Unterstation an den Ausgängen 0-3 des Master ausgegeben. Die ersten vier Eingänge der zweiten Unterstation werden auf den Ausgängen 4-7 des Master ausgegeben.

In einem Punkt-zu-Dreipunkt oder Punkt-zu-Vierpunkt System werden jeweils nur die beiden ersten Eingänge einer Unterstation zum Master gesendet.

Bei Verwendung einer RTU-710/DA3 als Master ändert sich die Zahl der von den Unterstationen zur Masterstation übertragenen Kanäle, da in diesem Fall ja 16 statt 8 interne Binärausgänge zur Verfügung stehen. Bei einer Punkt-zu-Dreipunkt-Verbindung werden dann z.B. von jeder Unterstation aus 5 Kanäle zum Master übertragen.

Fällt eine Unterstation aus, so wird versucht, diese weitere zwei Mal zu kontaktieren. Gelingt dies nicht, wird diese als nicht erreichbar vermerkt. Dieser Zustand wird ersichtlich, da nun die "System/OK"-LED des Master blinkt. Jede Station, die als nicht erreichbar markiert ist, wird jetzt nur noch einmal kurz pro Zyklus auf Anwesenheit überprüft. Dies geschieht, um die Performance des Gesamtsystems nicht zu beeinträchtigen. Die aktiven Ausgänge des Master, die dieser Unterstation zugeordnet sind, fallen nach der im Register t-Timeout eingestellten Zeit in den Ruhezustand zurück. Ist eine Station wieder verfügbar, wird sie automatisch in das laufende System aufgenommen.

8.2.3 MoP2-Telegramme im Punkt-zu-Mehrpunkt-Betrieb

Ab Firmware-Version 4.70 arbeitet eine Master-RTU für Punkt-zu-Mehrpunkt-Netze mit dem gesicherten MoP2-Telegramm.

Um bei einem Austausch eine Kompatibilität zu Altnetzen (RTU-700) zu gewährleisten, die MoP2 nicht unterstützen, kann durch Setzen von Bit 10 des Betriebsartenregisters 917 (auch durch Konfigurationssoftware PiConfig möglich) auf MoP zurückgeschaltet werden.

8.3 Betriebsart "Pipelinebetrieb"

In der Betriebsart "Pipeline" sind RTU-710 logisch in einer Kette aufgereiht. Alle Adressen in der Kette sind direkt aufeinanderfolgend. Im Ruhezustand (alle binären Eingänge inaktiv) sendet eine RTU-710 keine Datentelegramme aus.

Sobald wenigstens einer der ersten 15 Binäreingänge (A0...B14) aktiv wird, wird eine RTU-710 im Pipelinebetrieb zum "Master" und beginnt mit der Aussendung von Datentelegrammen. Diese werden an die jeweils nächste Adresse versendet. Die Richtung der Aussendung legt der Binäreingang B15 fest: Ist dieser deaktiviert, so werden die Datentelegramme in aufsteigender Reihenfolge versendet (jede RTU-710 sendet die Datentelegramme an die nächsthöhere Adresse), ist B15 aktiv, so werden die Datentelegramme jeweils an die nächstniedrigere Adresse verschickt.

Die Betriebsart "Pipeline" ist eine Sonderbetriebsart, welche per Werkskonfiguration festgelegt wird.

8.3.1 Umsetzung der Betriebsart "Pipeline"

Die nachfolgende Beschreibung der Umsetzung geht generell von RTU-710 in der Betriebsart "Pipeline" aus. Eine RTU-710 in dieser Betriebsart kann generell Master oder Slave sein – sobald wenigstens einer ihrer Eingänge aktiv ist, wird sie automatisch als Master entsprechende Telegramme an die nächste RTU aussenden.

Generell werden binäre Eingänge vom Master aus an die Unterstationen versendet. Eine Übertragung analoger Signale oder eine Rücksendung von Telegrammen der Unterstationen zum Master ist nicht möglich.

Wie bereits beschrieben beginnt eine RTU, deren Eingänge sich nicht im Ruhezustand befinden, zyklisch Datentelegramme an die nächste Unterstation zu senden. Die nächste Unterstation kann das Gerät mit der nächsthöheren oder nächstniedrigeren Adresse sein. Auf diese Weise kann eine Kette mit jeweils einem Master an jedem Ende erreicht werden. Zur Umschaltung wird der 16. Eingang (B15) der RTU herangezogen. Mit dem Aussenden des ersten Datentelegramms werden die entsprechenden Ausgänge an dieser RTU entsprechend den gewählten Eingängen ebenfalls aktiviert.

Ist der Eingang B15 deaktiviert, so sendet die RTU als Master die Telegramme an die nächsthöhere Adresse – besitzt die RTU also die Adresse 1, so wird sie das Datentelegramm an die Station mit der Adresse 2 schicken.

Ist der Eingang B15 aktiviert, so sendet die RTU als Master die Telegramme an die nächstniedrigere Adresse – eine RTU mit der Adresse 10 wird daher das Telegramm zunächst an die Unterstation mit der Adresse 9 verschicken.

Der Eingang B15 wird zwar mit übertragen (wird bei Verwendung von DA3-Unterstationen also auf D15 ausgegeben), jedoch nicht in das Kriterium zum Beginn der Datenübertragung einbezogen. Der Eingang B15 kann bei dem entsprechenden Master also dauerbeschaltet werden, ohne dass das Gerät ständig Datentelegramme aussendet.

Empfängt ein Unterstationsgerät mit passender Adresse ein Datentelegramm, welches für das Gerät bestimmt ist, so wird es die enthaltene Binärinformation an seinen Ausgängen ausgeben und das Telegramm an die nächste Unterstation weitersenden. Welches die nächste Unterstation ist, kann es am Zustand des übertragenen Binäreingangs B15 entnehmen – ist dieser nicht gesetzt, so wird das Telegramm an das Geräte mit der nächsthöheren Adresse weitergesendet, ist dieser gesetzt, so erfolgt die Aussendung an die nächstniedrigere Adresse. Die Kette ist beendet, wenn das Gerät mit der nächsten Adresse nicht mehr existiert – der Datensatz läuft also hier ins Leere.

Wird ein Funkdatensatz in der Kette gestört, so empfangen alle nachfolgenden Geräte diesen Datensatz nicht mehr. Es ist also Sorge zu tragen, dass der bzw. die Eingänge am jeweiligen Master lange genug anstehen, um eine mehrfache Aussendung des Datentelegramms zu erreichen. Im Auslieferungszustand wird der Master das Telegramm alle 2 Sekunden aussenden. In dieser Zeit hat das Telegramm bereits die ersten 10 Geräte in der Kette durchlaufen. Die Mindesthaltezeit kann einfach an den Mastern durch Verwendung der PicoLogo-Option implementiert werden.

Die Unterstationen werden die gesetzten Ausgänge nach Empfang des letzten Datentelegramms für 10 Sekunden (Bänder ohne Zeitschlitzbeschränkung) oder 5 Minuten (Bänder mit Zeitschlitzbeschränkung) im jeweiligen Zustand halten – nach Ablauf dieser Zeit ohne Empfang eines gültigen Datentelegramms fallen die Ausgänge in den inaktiven Zustand zurück. Dieser Zeit ist auf Wunsch im Werk bei der Konfiguration der Geräte veränderbar. Empfängt eine RTU-710 in der Kette ein Datentelegramm, welches von einem Master ausgesendet wurde, so kann dieses Gerät für diese Zeit nicht selber zum Master werden. Dies ist erst dann möglich, wenn die Ausgänge der RTU nach Ablauf dieser Zeit abgefallen sind.

8.3.2 MoP2-Telegramme im Pipeline-Betrieb

Ab Firmware-Version 4.70 arbeitet eine Master-RTU im Pipeline-Betrieb mit dem gesicherten MoP2-Telegramm.

Um bei einem Austausch eine Kompatibilität zu Altnetzen (RTU-700) zu gewährleisten, die MoP2 nicht unterstützen, kann durch Setzen von Bit 10 des Betriebsartenregisters 917 (auch durch Konfigurationssoftware PiConfig möglich) auf MoP zurückgeschaltet werden.

9 Aufbau der Funkdatentelegramme

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie mit einem seriellen Funkmodem (z.B.: TRM-700H/T1X, oder TRM-700H/ZZ) auf die Register der RTU-710 zugegriffen werden kann. Einmal implementiert, können damit über SPS, PC oder SCADA Anwendungen, Funknetze mit bis zu 240 RTU-710 aufgebaut werden.

9.1 MoP-Protokoll

Das MoP-Protokoll (MODBUS-over-Piciorgros) ist in der Grundstruktur an das MODBUS-RTU Protokoll angelehnt, wurde jedoch für den Übertragungsweg "Funk" optimiert. Das heißt, dass ein kompletter Datenaustausch (Register in der Unterstation lesen **und** schreiben) mit einem einzigen Funk Übertragungszyklus (ein Datensatz von der Zentrale zur Unterstation, und einer von der Unterstation zurück zur Zentrale) stattfindet. Zum Beispiel benötigt das MODBUS Protokoll hierfür 4 Telegramme (2 Telegramme für Register schreiben, 2 Telegramme für Register lesen).

MoP besteht aus einem Datenkopf (Header) mit nachfolgen Nutzdaten. Im Header enthalten ist der Funktionscode 60h als Kennung für den Protokolltyp, die Empfängeradresse, die Absenderadresse sowie bis zu 2 Funkrelaisadressen.

Die Verwendung von Funkrelais ist nur mit dem MoP-Protokoll möglich, da MODBUS nicht für eine solche Funktion ausgelegt ist. Jede Unterstation im Feld kann gleichzeitig als Funkrelais für andere Stationen arbeiten. Auf Grund der Information im Header senden die als Relais angesprochenen Unterstationen den empfangenen Datensatz sofort weiter.

Das MoP-Protokoll wird über die Betriebsart ausgewählt (siehe Beschreibung der DIP-Schalter). Stehen keine DIP-Schalter für die Einstellung der Betriebsart zur Verfügung, ist grundsätzlich das MoP-Protokoll aktiviert.

9.2 MoP2-Protokoll

Die RTU-710 unterstützt das MoP2-Protokoll. Im Gegensatz zum MoP-Protokoll ist MoP2 zusätzlich über eine Checksumme gesichert.

Der Aufbau ist völlig identisch mit dem MoP-Protokoll. Der Funktionscode ist hier nur 0x61 (Quittungscode 0xE1), und hinter jedes Telegramm ist die Standard-Modbus-CRC (2 Bytes) als Datensicherung angehängt. Weist die CRC einen Fehler auf, so wird das Telegramm verworfen.

Bei der Verwendung von MoP2 über Relaisstationen ist zu beachten, dass **jedes** Gerät in der Kette MoP2 unterstützen muss!

Aufforderungsdatensatz einer Zentralstation zu einer RTU-710 im MoP Protokoll:

60	(ZB)	A1	A2	A3	A4	IR _H	IR _L	IR _X
----	------	----	----	----	----	-----------------	-----------------	-----------------

OR _H	OR _L	OR _X	D1 _H	D1 _L	...	Dn _H	Dn _L
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----	-----------------	-----------------

- 60: Funktionscode: Aufforderungsdatensatz MoP Protokoll
- ZB: Dieses Steuerbyte wird von einer Masterstation TRM-700H/M in der Betriebsart "ZZ" selbsttätig generiert und darf dort nicht vom Leitsystem mitübertragen werden. Bei allen anderen Masterbetriebsarten muss das Byte als "FFh" übergeben werden.
- A1...A4: Funkadressen
- IR_H / IR_L: Adresse des ersten Input-Register, welches ausgelesen werden soll
- IR_X: Anzahl der Input-Register, die ausgelesen werden sollen
- OR_H / OR_L: Adresse des ersten Output-Register, welches geschrieben werden soll
- OR_X: Anzahl der Output-Register, die beschrieben werden sollen
- D_{..H} / D_{..L}: Daten für die Output-Register. Für jedes zu beschreibende Output-Register müssen 2 Byte Daten mitübertragen werden.

Quittungsdatensatz der RTU-710:

E0	(ZB)	A1	A2	A3	A4	IR _H	IR _L	IR _X
----	------	----	----	----	----	-----------------	-----------------	-----------------

D1 _H	D1 _L	...	Dn _H	Dn _L
-----------------	-----------------	-----	-----------------	-----------------

- E0: Funktionscode: Quittungsdatensatz MoP Protokoll
- ZB: Dieses Steuerbyte wird von einer Masterstation TRM-700H/M in der Betriebsart "ZZ" ausgefiltert und nicht zum Leitsystem übertragen. Bei allen anderen Masterbetriebsarten wird dieses Byte als "FFh" ausgegeben.
- A1...A4: Funkadressen des Quittungsdatensatz
- IR_H / IR_L: Adresse des ersten Input-Register, welches ausgelesen wurde und dessen Daten mitgeschickt werden
- IR_X: Anzahl der Input-Register, die ausgelesen wurden
- D_{..H} / D_{..L}: Daten der Input-Register. Für jedes gelesene Input-Register werden 2 Byte Daten mitübertragen.

9.2.1 Ansprechen der RTU-710H Register über das MoP-Protokoll

Durch das Ansprechen über Register können alle Eingänge, Zähler und Timer oder Steuerregister einzeln oder zusammen abgefragt werden, und gleichzeitig können beliebige Ausgänge der RTU-710 gesetzt werden.

Es werden grundsätzlich 3 verschiedene Arten von Registern unterschieden:

- Input-Register,
- Output-Register
- Steuerregister

Input-Register geben die Werte der Eingänge, Zähler, Timer etc. wieder, sind also Register, aus denen Werte ausgelesen werden. Sie beginnen mit Adresse 0. Output-Register entsprechen den binären und analogen Ausgängen eines Gerätes und können mit entsprechenden Werten beschrieben werden. Sie starten mit Adresse 300 = 012Ch. Steuerregister sind für verschiedene Steuerungszwecke vorgesehen, z.B.: setzen der Sendeleistung, Abfrage der Feldstärke etc. Sie beginnen bei 900 = 0384h. Einige Steuerregister können gelesen und beschrieben werden, andere können nur gelesen werden.

Register sind immer 16 Bit breit. Werden weniger Bit für eine Funktion verwendet (Analogeingänge), werden dabei nur die jeweils untersten Bit verwendet.

Die Reihenfolge der Ein- und Ausgänge in den Registern ist immer wie folgt:

- Binäre Ein- oder Ausgänge
- Analoge Ein- oder Ausgänge
- 16 Register Zähler / Timer (Reihenfolge: Port A0,A1...A7,B0,B1...B7)
- Min/Max/Mittelwerte (nur Eingänge, für die ersten 4 Analogwerte)

Beispiel 1: Datenübertragung im MoP Protokoll

Datensatz von der Zentralstation zur Unterstation

- Der Datensatz soll über die Funkstationen 07 und 08 (Relaisstationen) an die Station 04 gesendet werden
- Es sollen die Binäreingänge und die Analogeingänge 1-3 zurückübertragen werden (Register 0002 bis 0005 lesen, Anzahl Register=4)
- Die Binärausgänge 1, 2 und 3 der RTU-710 mit der Stationsadresse 4 sollen aktiviert werden (Wert 07h in das Register 0300 = 012Ch schreiben).
- Der Analogwert 1 eines Analog-Ausgabemoduls soll auf 10mA gesetzt werden (Wert 0800h in Register 0301 = 012Dh schreiben).

Aufforderungstelegramm:

60	(ZB)	07	08	04	00	00	02	04
----	------	----	----	----	----	----	----	----

01	2C	02	00	07	08	00
----	----	----	----	----	----	----

60	Datensatzkennung MoP Protokoll
ZB:	Dieses Steuerbyte wird von einer Masterstation TRM-700H/M in der Betriebsart "ZZ" selbsttätig generiert und darf dort nicht vom Leitsystem mitübertragen werden. Bei allen anderen Masterbetriebsarten muss das Byte als "FFh" übergeben werden.
07 08 04 00	Funk-Relais1, Funk-Relais2, Zieladresse Unterstation (Adresse 04), Absenderadresse Zentrale (Adresse 00)
00 02	Registeradresse von der an gelesen werden soll
04	Anzahl der 16-Bit Register die gelesen werden sollen
01 2C	Adresse des internen RTU-710 Binär-Ausgaberegisters. (012C hexadezimal entspricht 0300 dezimal)
02	Anzahl der 16-Bit Worte die ausgegeben werden sollen
00 07	erstes Datenwort, wird auf Adresse 0300 geschrieben. Dies ist das interne Ausgaberegister der RTU, womit in diesem Beispiel die Ausgänge 1, 2 und 3 aktiviert werden.
08 00	zweites Registerwort, wird auf die Adresse 0301 geschrieben

Quittungsdatensatz von der Unterstation zur Zentralstation

- Quittungstelegramm von der Unterstation vier, die Binäreingänge vier und fünf sind aktiviert (0018h).
- Der Analogeingang 1 liefert einen Wert von 0620h, der Analogeingang 2 einen Wert von 0A71h und der Analogeingang 3 einen Wert von 0147h.

Quittungstelegramm:

E0	(ZB)	00	07	08	04	00	02	04
		00	18	06	20	0A	71	01 47

E0	Datensatzkennung MoP Protokoll Quittung
ZB:	Dieses Steuerbyte wird von einer Masterstation TRM-700H/M in der Betriebsart "ZZ" ausgefiltert und nicht zum Leitsystem übertragen. Bei allen anderen Masterbetriebsarten wird dieses Byte als "FFh" ausgegeben.
00 07 08 04	Zieladresse (Zentrale) Funk-Relais1, Funk-Relais2, Absenderadresse (Unterstation)
00 02	Adresse des Registers von dem aus gelesen wurde
04	Anzahl der Register die gelesen wurden
00 18	Register Binäreingänge, Eingang vier und fünf sind aktiv
06 20	Analogwert 1
0A 71	Analogwert 2
01 47	Analogwert 3

Erklärung:

Die unter "Aufforderungstelegramm" angegebene Zeichenkette wird inklusive des FF an der zweiten Stelle von einem Leitsystem / SPS / PC über eine serielle Schnittstelle an ein Datenfunkmodem (Ref.: www.piciorgros.com) gesendet. Dabei stellt diese Zeichenkette nur den logischen Teil des Datensatzes dar. Wird die Übertragung zwischen dem Zentralfunkmodem und der SPS / PC / Leitsystem über ein Protokoll (z.B.: 3964R) realisiert, so ist die Zeichenkette als logischer Inhalt des jeweiligen Übertragungsprotokolls zu verstehen. Die in diesem Fall über die Relaisstationen 07 und 08 adressierte RTU antwortet mit einem Quittungstelegramm und sendet damit gleichzeitig die angeforderten Daten zurück zur Zentralstation.

Beispiel 2: Datenübertragung im MoP Protokoll

- Die Geräte-ID und die Softwareversion von der RTU-710 mit der Stationsadresse 4 sollen aus den Steuerregistern ausgelesen werden. (Lesen ab Register 932 = 03A4h, 2 Register),
- gleichzeitig soll der Status rückgesetzt werden. (Schreiben von 0000h auf Register 0001h)

Die Übertragung erfolgt mit einer TRM-700H/M in der Betriebsart "ZZ", daher wird das "ZB"-Steuerbyte hier nicht mitübertragen.

60	04	00	00	00	03	A4	02
----	----	----	----	----	----	----	----

00	01	01	00	00
----	----	----	----	----

- Quittungstelegramm von der Unterstation vier, es werden die Geräte-ID 1002h und die Firmwareversion 1.00 (0100h) wiedergegeben.

E0	00	04	00	00	03	A4	02
----	----	----	----	----	----	----	----

10	02	01	00
----	----	----	----

9.3 Betriebsart MODBUS-Slave

9.3.1 MODBUS-RTU Protokoll

In der Betriebsart MODBUS-RTU kann das Gerät über die MODBUS-Codes 3 (Register lesen) und Code 16 (Register schreiben) angesprochen werden. Die Registerstruktur ist grundsätzlich identisch zum MoP-Protokoll. Das Register 0 entspricht dem MODBUS-Register 40001 (wird aber im MODBUS-Protokoll als "0" adressiert). Nach jedem empfangenen Datensatz sendet die RTU-710 die entsprechende MODBUS-Quittung zurück. Im Gegensatz zum MoP-Protokoll werden hier zum Lesen der Eingänge und Schreiben der Ausgänge zwei komplette Transfers benötigt. Die Betriebsart wird über die Betriebsarten DIP-Schalter eingestellt (Siehe hierzu die Dokumentation der DIP-Schalter).

9.3.2 MODBUS-RTU Protokoll, Brodersen-kompatibel

In der Betriebsart MODBUS-RTU sowie der Betriebsart MoP liegen alle Binärein- und Ausgänge stets bündig in den Registern. Wird die Anzahl der verfügbaren Binäreingänge bzw. -ausgänge über die Steuerregister ausgelesen, kann man dadurch direkt einen Rückschluss auf die Position der einzelnen Kanäle in den Registern ziehen.

Beispiel: An eine RTU-710/DA2 sind zwei Erweiterungsmodule mit je 8 Relaisausgängen angesteckt. Die RTU verfügt über 8 interne Ausgänge (INT) sowie die 2 Relaismodule (RO1 und RO2). Die Position der Ausgänge in den Registern ist wie folgt:

40301		40302		40303	
H	L	H	L	H	L
RO1 Port A	INT Port A	---	RO2 Port A	---	---

Die Firma Brodersen Automation vergibt aber für jedes Gerät immer ein komplettes Register. Hat ein Gerät nur 8 binäre Ausgänge, wird nur der Low-Teil des Registers verwendet, der High-Teil bleibt unbelegt. Diese Besonderheit wird im Brodersen-kompatiblen MODBUS-RTU Modus berücksichtigt. Da jetzt allerdings nicht mehr von der Gesamtanzahl der Binärausgänge auf die Position in den Registern geschlossen werden kann, empfiehlt sich dieser Modus ausschließlich für die Verwendung in Brodersen-Systemen. Die Registeraufteilung aus obigem Beispiel wäre im Brodersen-Modus wie folgt:

40301		40302		40303	
H	L	H	L	H	L
---	INT Port A	---	RO1 Port A	---	RO2 Port A

9.3.3 Ausgangsstatus lesen: Funktionscode 01 (Read Coil Status)

Ab Firmware-Version 4.50

Der Status der Binärausgänge der RTU-710 kann mit diesem Funktionscode gelesen werden.

Aufforderung (Leitsystem an RTU-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	01 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Startadresse High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten zu lesenden Binärausgangs
Startadresse Low	01 (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des ersten zu lesenden Binärausgangs. In diesem Beispiel wird ab dem 2. Binärausgang gelesen (erster Binärausgang = Adresse 0).
Anzahl Binärausgänge High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Anzahl zu lesender Binärausgänge
Anzahl Binärausgänge Low	0B (hex)	Niederwertiger Teil der Anzahl zu lesender Binärausgänge. In diesem Beispiel werden 11 Binärausgänge gelesen.
CRC-Checksumme	XX XX (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

Antwort (RTU-710 an Leitsystem)

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	01 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Anzahl Datenbyte	02 (hex)	Anzahl der zurückgegebenen Datenbyte (nicht Register!). Pro angefangenen 8 Binärausgängen wird ein Datenbyte zurückgegeben.
Erstes Datenbyte (Ausgänge 2-9)	NN (hex)	Die ersten 8 gelesenen Binärausgänge, der niederwertigste Ausgang (2) befindet sich im LSB.
Zweites Datenbyte (Ausgänge 10-12)	NN (hex)	Die letzten 3 gelesenen Binärausgänge, der niederwertigste Ausgang (10) befindet sich im LSB. Da sich in diesem Byte nur 3 Binärausgänge befinden, werden die oberen 5 Bit mit "0" aufgefüllt.
CRC-Checksumme	XX XX (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

9.3.4 Eingangstatus lesen: Funktionscode 02 (Read Input Status)

Ab Firmware-Version 4.50

Der Status der Binäreingänge der RTU-710 kann mit diesem Funktionscode gelesen werden.

Aufforderung (Leitsystem an RTU-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	02 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Startadresse High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten zu lesenden Binäreingangs
Startadresse Low	04 (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des ersten zu lesenden Binäreingangs. In diesem Beispiel wird ab dem 5. Binäreingang gelesen (erster Binäreingang = Adresse 0).
Anzahl Binärausgänge High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Anzahl zu lesender Binäreingänge
Anzahl Binärausgänge Low	15 (hex)	Niederwertiger Teil der Anzahl zu lesender Binäreingänge. In diesem Beispiel werden 21 Binäreingänge gelesen.
CRC-Checksumme	Xx xx (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

Antwort (RTU-710 an Leitsystem)

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	02 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Anzahl Datenbyte	03 (hex)	Anzahl der zurückgegebenen Datenbyte (nicht Register!). Pro angefangenen 8 Binäreingängen wird ein Datenbyte zurückgegeben.
Erstes Datenbyte (Eingänge 5-12)	NN (hex)	Die ersten 8 gelesenen Binäreingänge, der niederwertigste Eingang (5) befindet sich im LSB.
Zweites Datenbyte (Eingänge 13-20)	NN (hex)	Die ersten 8 gelesenen Binäreingänge, der niederwertigste Eingang (13) befindet sich im LSB.
Zweites Datenbyte (Eingänge 21-25)	NN (hex)	Die letzten 5 gelesenen Binäreingänge, der niederwertigste Eingang (10) befindet sich im LSB. Da sich in diesem Byte nur 3 Binäreingänge befinden, werden die oberen 3 Bit mit "0" aufgefüllt.
CRC-Checksumme	XX XX (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

9.3.5 Register lesen: Funktionscode 03 (Read Holding Registers)

Mit diesem MODBUS-Befehl werden Daten aus den Registern der RTU-710 gelesen.

Aufforderung (Leitsystem an RTU-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	03 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Startregister High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten zu lesenden Registers
Startregister Low	01 (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des ersten zu lesenden Registers. In diesem Beispiel wird ab Register 1 (40002) gelesen.
Anzahl Register High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Anzahl zu lesender Register
Anzahl Register Low	02 (hex)	Niederwertiger Teil der Anzahl zu lesender Register. In diesem Beispiel werden 2 Register gelesen.
CRC-Checksumme	95 F8 (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

Antwort (RTU-710 an Leitsystem)

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	03 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Anzahl Datenbyte	04 (hex)	Anzahl der angeforderten Datenbyte (nicht Register!). Die angeforderten 2 Register entsprechen 4 Byte.
Erstes Register, High-Byte	00 (hex)	Höherwertiges Byte des ersten gelesenen Registers
Erstes Register, Low-Byte	01 (hex)	Niederwertiges Byte des ersten gelesenen Registers
Zweites Register, High-Byte	26 (hex)	Höherwertiges Byte des zweiten gelesenen Registers
Zweites Register, Low-Byte	19 (hex)	Niederwertiges Byte des zweiten gelesenen Registers
CRC-Checksumme	43 59 (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

9.3.6 Einzelnen Binärausgang setzen: Funktionscode 05 (Force Single Coil)

Ab Firmware-Version 4.50

Mit dem MODBUS-Kommando 5 kann ein einzelner Binärausgang der RTU-710 aktiviert oder deaktiviert werden.

Zum Setzen des Ausgangs ist die Befehlskonstante FF 00, zum Zurücksetzen des Ausgangs ist diese 00 00. Alle anderen Werte werden ignoriert und führen nicht zu einer Änderung des Binärausgangs.

Aufforderung (Leitsystem an RTU-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	05 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Adresse High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten zu verändernden Binärausgangs
Adresse Low	04 (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des zu verändernden Binärausgangs. In diesem Beispiel wird der 5. Binärausgang aktiviert (erster Binärausgang = Adresse 0).
Befehlskonstante High	FF (hex)	Der Wert FF aktiviert den Binärausgang, der Wert 00 deaktiviert den Binärausgang. Jeder andere Wert lässt den Ausgang unverändert.
Befehlskonstante Low	00 (hex)	Das Low-Byte der Befehlskonstante muss den Wert 00 haben, andernfalls wird der Ausgang nicht verändert.
CRC-Checksumme	XX XX (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

Antwort (RTU-710 an Leitsystem): Die Antwort entspricht exakt dem Aufforderungstelegramm.

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	05 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Adresse High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten zu verändernden Binärausgangs
Adresse Low	04 (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des zu verändernden Binärausgangs. In diesem Beispiel wurde der 5. Binärausgang aktiviert (erster Binärausgang = Adresse 0).
Befehlskonstante High	FF (hex)	Wird der Wert FF zurückgegeben, so wurde der Binärausgang aktiviert, bei dem Wert 00 wurde der Binärausgang deaktiviert. Jeder andere Wert lässt den Ausgang unverändert.
Befehlskonstante Low	00 (hex)	Das Low-Byte der Befehlskonstante muss den Wert 00 haben, andernfalls wurde der Ausgang nicht verändert.
CRC-Checksumme	XX XX (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

9.3.7 Mehrere Binärausgänge setzen: Funktionscode 15 (Force Multiple Coils)

Ab Firmware-Version 4.50

Durch dieses Kommando können mehrere Binärausgänge der RTU-710 gleichzeitig gesetzt werden.

Aufforderung (Leitsystem an RTU-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	0F (hex)	MODBUS-Funktionscode
Startadresse High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten zu setzenden Binärausgangs
Startadresse Low	01 (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des ersten zu setzenden Binärausgangs. In diesem Beispiel wird ab dem 2. Binärausgang gesetzt (erster Binärausgang = Adresse 0).
Anzahl Binärausgänge High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Anzahl zu setzender Binärausgänge
Anzahl Binärausgänge Low	12 (hex)	Niederwertiger Teil der Anzahl zu setzender Binärausgänge. In diesem Beispiel werden 18 Binärausgänge gesetzt.
Anzahl folgender Datenbyte	03 (hex)	Hier wird die Anzahl der nachfolgenden Datenbyte übergeben. Pro angefangenen 8 zu setzenden Binärausgängen wird ein Byte benötigt.
Erstes Datenbyte (Ausgänge 2-9)	NN (hex)	Jedem Ausgang ist ein Bit im Datenbyte zugeordnet. Der erste Ausgang (2) entspricht dem niederwertigsten Bit im Datenwort (Bit 0). Ist das Bit 1, so wird der Ausgang aktiviert; ist das Bit 0, so wird der Ausgang deaktiviert.
Zweites Datenbyte (Ausgänge 10-17)	NN (hex)	Jedem Ausgang ist ein Bit im Datenbyte zugeordnet. Der erste Ausgang (10) entspricht dem niederwertigsten Bit im Datenwort (Bit 0). Ist das Bit 1, so wird der Ausgang aktiviert; ist das Bit 0, so wird der Ausgang deaktiviert.
Drittes Datenbyte (Ausgänge 18-19)	NN (hex)	Jedem Ausgang ist ein Bit im Datenbyte zugeordnet. Der erste Ausgang (18) entspricht dem niederwertigsten Bit im Datenwort (Bit 0). Ist das Bit 1, so wird der Ausgang aktiviert; ist das Bit 0, so wird der Ausgang deaktiviert. Da von dem letzten Byte in dem Beispiel nur 2 Bit verwendet werden, sind die obersten 6 Bit nicht relevant.
CRC-Checksumme	XX XX (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

Antwort (RTU-710 an Leitsystem)

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	0F (hex)	MODBUS-Funktionscode
Startadresse High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten zu gesetzten Binärausgangs
Startadresse Low	01 (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des ersten gesetzten Binärausgangs. In diesem Beispiel wurde ab dem 2. Binärausgang gesetzt (erster Binärausgang = Adresse 0).
Anzahl Binärausgänge High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Anzahl gesetzter Binärausgänge
Anzahl Binärausgänge Low	12 (hex)	Niederwertiger Teil der Anzahl gesetzter Binärausgänge. In diesem Beispiel wurden 18 Binärausgänge gesetzt.
CRC-Checksumme	XX XX (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

9.3.8 Register schreiben: Funktionscode 16 (Preset Multiple Registers)

Mit diesem MODBUS-Befehl werden Daten in die Register der RTU-710 geschrieben.

Aufforderung (Leitsystem an RTU-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	10 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Startregister High	01 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten zu schreibenden Registers
Startregister Low	2C (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des ersten zu schreibenden Registers. In diesem Beispiel wird ab Register 300 (40301) geschrieben.
Anzahl Register High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Anzahl zu schreibender Register
Anzahl Register Low	01 (hex)	Niederwertiger Teil der Anzahl zu schreibender Register. In diesem Beispiel wird 1 Register geschrieben.
Anzahl Nutzdatenbytes	02 (hex)	Die Anzahl der übertragenen Nutzdatenbytes. Ein Register sind 2 Bytes. Dieser Wert ist also immer doppelt so hoch, wie die Anzahl zu schreibender Register
Erstes Register, High-Byte	07 (hex)	Höherwertiges Datenbyte des in das erste Register zu schreibenden Wertes
Erstes Register, Low-Byte	10 (hex)	Niederwertiges Datenbyte des in das erste Register zu schreibenden Wertes
CRC-Checksumme	A6 30 (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

Antwort (RTU-710 an Leitsystem)

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710
Funktionscode	10 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Startregister High	01 (hex)	Höherwertiger Teil der Adresse des ersten geschriebenen Registers
Startregister Low	2C (hex)	Niederwertiger Teil der Adresse des ersten geschriebenen Registers. In diesem Beispiel wurde ab Register 300 (40301) geschrieben.
Anzahl Register High	00 (hex)	Höherwertiger Teil der Anzahl geschriebener Register
Anzahl Register Low	01 (hex)	Niederwertiger Teil der Anzahl geschriebener Register. In diesem Beispiel wurde 1 Register geschrieben.
CRC-Checksumme	C1 CF (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

9.3.9 Diagnose: Funktionscode 08, Subcode 0000 (Loopback Test Query)

Der Funktionscode 08 umfasst Diagnosefunktionen, die zum Teil herstellerspezifisch sein können. Hierzu wird der übergeordnete Funktionscode 8 in mehrere Unter-codes (Subcodes) unterteilt.

Der Subcode 0000 ist ein Test auf die Präsenz eines Slave. Empfängt ein MODBUS-Slave diesen Code, so gibt er ihn exakt identisch an den Master zurück.

Aufforderung (Leitsystem an RTU-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	02 (hex)	MODBUS-Adresse der RTU-710.
Funktionscode	08 (hex)	MODBUS-Funktionscode
Subfunktion High	00 (hex)	Höherwertiger Teil des Subcodes
Subfunktion Low	00 (hex)	Niederwertiger Teil des Subcodes
Datenfeld, High	A5 (hex)	Höherwertiger Teil des Datenfeldes
Datenfeld, Low	37 (hex)	Niederwertiger Teil des Datenfeldes
CRC-Checksumme	DA BE (hex)	CRC-Checksumme nach MODBUS-RTU-Spezifikation (16 Bit)

Der Quittungscode von der RTU-710 an das Leitsystem entspricht exakt dem Aufforderungsdatensatzes.

9.4 Kompatibilität zu FMC-V24/DA1 und FMC-V24/DA2

Ab Firmwareversion 3.10 unterstützt die RTU-710 die Standard-Abfragetelegramme für die Geräte FMC-V24/DA1 und –DA2, um die RTU-710 auch in solchen Netzen einsetzen zu können.

Die unterstützten Codes sind:

- 0x21: V24/DA1 Einzelpolling
- 0x23: V24/DA1 maskiertes Einzelpolling
- 0x41: V24/DA2 Einzelpolling
- 0x43: V24/DA2 maskiertes Einzelpolling
- 0x28: Rücksetzen des Statusbytes

Die Gruppenpolling-Codes werden nicht unterstützt.

Es ist zu beachten, dass durch Einsatz dieser Codes nur ein Teil der RTU-710-Hardware genutzt werden kann, nämlich nur der Umfang, der dem entsprechenden V24/DAX-Gerät entspricht. Die Binärausgänge sind generell auf 8 beschränkt, da in den Telegrammen nur ein Byte in Ausgaberrichtung zur Verfügung steht. In den DA1-Telegrammen werden nur 8 Binäreingänge und 1 Analogeingang unterstützt, die restlichen 8 Binäreingänge können jedoch über den DA2-Funktionscode abgefragt werden.

Generell werden in diesen Funktionscodes nur 1 Ereigniszähler sowie 2 Betriebszeitähler unterstützt. Das Statusregister wird nur als Bytewert (Bit 0...7) wiedergegeben.

Wird eine RTU-710/DA2 mit dem V24/DA1-Funktionscode abgefragt, so wird der Analogeingangswert mit 0 zurückgegeben.

Die Verwendung dieser Funktionscodes wird für Neuentwicklungen / Neuanlagen nicht empfohlen, da der Funktionsumfang stark eingeschränkt ist. Aus diesem Grund wird der Aufbau dieser Telegramme hier nicht weiter dokumentiert, hierzu sei auf die technische Dokumentation der FMC-V24/DA1 bzw. FMC-V24/DA2 verwiesen.

10 RTU-710 für den nöDatFu (Zeitschlitz)

10.1 Punkt-zu-Punkt Verbindungen im Zeitschlitzverfahren

In Deutschland gibt es für Verbindungen von Feststation zu Feststation mit hoher Sendeleistung (bis 6W ERP) das sogenannte Zeitschlitzverfahren. Hierbei wird dem Betreiber einer Anlage eine eigene Frequenz und ein eigener Zeitschlitz zugewiesen. Die Besonderheit hierbei ist, dass nur ein oder mehrere Zeitschlitz(e) von 6 Sekunden Länge zugewiesen werden. Die Anlage darf ausschließlich in den ihr zugewiesenen Zeitschlitz(en) arbeiten.

Hierfür gibt es die RTU-710H-Baureihe auch mit dem Zusatz "M" (Beispiel: RTU-710H/DA1M.12 ist eine masterfähige Station mit Analogeingängen und 12 Volt Spannungsversorgung). Diese Geräte können neben der Funktion als Unterstation auch als Masterstation für Punkt-zu-Punkt Verbindungen im Zeitschlitzverfahren verwendet werden. Die Geräte verfügen hierzu über eine 3,5mm Klinkenbuchse, welche zum Anschluss einer aktiven DCF-Antenne geeignet ist. Die nötige Zeitinformation für den Zeitschlitzbetrieb erhält die Station über den DCF-Sender in Mainflingen bei Frankfurt.

Des Weiteren besitzen diese Geräte zwei zusätzliche Leuchtdioden zur Anzeige des Zeitschlitzzustandes und der Empfangsqualität der DCF-Antenne. Diese Leuchtdioden sind unter der Überschrift "Time" mit "Syn" und "Slot" bezeichnet. Die Funktion ist nachstehend beschrieben.

Welcher Zeitschlitz und welche Frequenz verwendet wird, wird ab Werk nach Zuteilung durch die RegTP konfiguriert und kann vom Betreiber nicht verändert werden.

Die Geräte sind in der Lage, einen Zeitschlitz in 4 Subzeitschlitz(e) mit je 1,5 Sekunden Länge aufzuteilen. Dadurch kann ein Zeitschlitz optimal für bis zu 4 voneinander unabhängige Punkt-zu-Punkt-Strecken verwendet werden.

Die masterfähigen Geräte verfügen ebenso wie die Nicht-Zeitschlitz-Geräte über die 3 Betriebsartenschalter, durch die die Betriebsart (Slave oder Master für bis zu 4 Unterstationen) festgelegt wird. Die Funktionsweise entspricht der Funktionsweise der Nicht-Zeitschlitz-Geräte wie unter 4.1 und 4.2 beschrieben.

10.2 Einrichten des DCF-77 Empfängers:

Die DCF-77-Antenne wird in die dafür vorgesehene Buchse der RTU-710 M eingesteckt. Nun wird die Antenne so positioniert/gedreht, dass die auf der Antenne montierte rote Leuchtdiode gleichmäßig im Sekundentakt blinkt. Zu beachten ist, dass die Antenne auf jeden Fall horizontal montiert werden muss. Die beste Position der Antenne erhält man, indem man sie dreht, bis das Blinken der roten Leuchtdiode in der Antenne aufhört (kein Empfang). Wenn man dann die Antenne um 90° schwenkt, ist die Qualität des Empfangssignals optimal. Wenn die Signalqualität gut ist, fängt die DCF-Syn-LED in der Frontplatte der RTU-710 ebenfalls an zu blinken. Dies zeigt an, dass das DCF-77 Signal erkannt wurde, die Synchronisationsphase begonnen hat und die Elektronik das Zeitsignal decodiert. Nach einer weiteren Minute sollte das Blinken aufhören und die DCF-Syn Anzeige bleibt kontinuierlich eingeschaltet.

Die Slot-LED zeigt nun an, wenn die programmierten 6-Sekunden-Zeitsegmente erreicht werden.

Wird das DCF-Signal gestört oder ist zeitweise nicht verfügbar, kann für maximal 60 Stunden 'unsynchronisiert' weitergefunkt werden. Dies wird dadurch angezeigt, dass die Syn-LED jede Sekunde ganz kurz erlischt.

DCF-Syn:	AUS	
DCF-Slot:	AUS	Anlage empfängt kein DCF-Signal
DCF-Syn:	BLITZT (1:3)	
DCF-Slot:	AUS	Anlage im Synchronisationsmodus
DCF-Syn:	BLINKT (1:1)	
DCF-Slot:	AUS	Beginn des DCF-77 Datensatzes erkannt
DCF-Syn:	EIN	
DCF-Slot:	EIN während Zeitschlitz	Anlage ist zeitsynchron mit DCF-77
DCF-Syn:	Jede Sekunde kurz aus (3:1)	
DCF-Slot:	EIN während Zeitschlitz	Kein DCF-Signal, Betrieb z.Zt. asynchron

11 Standard-DIP-Schalter Belegung

11.1 Konfiguration über DIP-Schalter

Alle relevanten Parameter (Schnittstelleneinstellung, Sendeleistung, Schicht-1-Protokoll, Betriebsfrequenz) können über den DIP-Schalter konfiguriert werden. Hierzu ist ein Programmiermodus mit 4 Ebenen vorgesehen.

Außerhalb des Programmiermodus wird über die DIP-Schalter 1-7 die Geräteadresse eingestellt. Der DIP-Schalter 8 ist für den Programmiermodus vorgesehen.

DIP-Schalter							
1	2	3	4	5	6	7	8
A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	P

Adresseinstellung							DIP-Schalter
1	2	3	4	5	6	7	Adresse
A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	2
1	1	0	0	0	0	0	3
0	0	1	0	0	0	0	4
1	0	1	0	0	0	0	5
...
0	1	1	1	1	1	1	126
1	1	1	1	1	1	1	127

Die Zuordnung der Funkfrequenzen zu den Funkkanälen in den verschiedenen Frequenzbändern ist in den nachfolgenden Tabellen aufgezeigt. Bei Geräten mit einstellbarer Frequenz ([nicht im Zeitschlitz - dort wird eine feste Frequenz zugewiesen](#)) ist die Kennung des Frequenzbandes auf der Geräterückseite zu finden.

Es werden nur die untersten 7 Bit der Adresse verändert. Müssen Adressen größer als 127 erreicht werden, so ist das oberste Bit der Adresse durch Auswahl einer Adresse >127 über eine Parametriersoftware durchzuführen. Anschließend können nach wie vor die untersten 7 Bit über die DIP-Schalter verändert werden.

11.2 Programmiermodus starten

Um in den Programmiermodus zu gelangen, ist die RTU-710 von der Spannungsversorgung zu trennen. Dann sind die DIP-Schalter 1-7 auf "OFF" (0) zu stellen, DIP-Schalter 8 ist auf "ON" (1) zu stellen.

DIP-Schalter							
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	1

Jetzt ist die Spannungsversorgung wieder herzustellen. Nach dem Starten des Gerätes muss die OK-LED jetzt langsam blinken.

Ist der Programmiermodus hergestellt, so dienen die Schalter 6 und 7 zur Auswahl der Programmierenebene. Die Schalter 1-5 dienen zur Parametereinstellung. Mit dem Schalter 8 wird die Programmierung übernommen.

11.3 Sendeleistung programmieren

Die Geräte verfügen über 16 einstellbare Sendeleistungen. Die RTU-710 muss sich im Programmiermodus befinden. Es wird grundsätzlich zwischen High-Power-Gerät (bis 6 Watt Sendeleistung) und Medium-Power-Gerät (bis 500mW Sendeleistung) unterschieden.

DIP-Schalter							
1	2	3	4	5	6	7	8
P0	P1	P2	P3	-	0	0	1

Abgestrahlte Sendeleistung (ERP) an 0dB, 3dB, 7dB und 10dB-Antenne High-Power-Gerät (bis 6W maximale Sendeleistung)							
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>DIP-Schalter</i>			
P0	P1	P2	P3	0dB	3dB	7dB	10dB
0	0	0	0	100 mW	200mW	500mW	1W
1	0	0	0	250 mW	500mW	1,25W	2,5W
0	1	0	0	500 mW	1W	2,5W	5W
1	1	0	0	750 mW	1,5W	3,75W	7,5W
0	0	1	0	1W	2W	5W	10W
1	0	1	0	1,25W	2,5W	6,25W	12,5W
0	1	1	0	1,5W	3W	7,5W	15W
1	1	1	0	2W	4W	10W	20W
0	0	0	1	2,5W	5W	12,5W	25W
1	0	0	1	3W	6W	15W	30W
0	1	0	1	3,5W	7W	17,5W	35W
1	1	0	1	4W	8W	20W	40W
0	0	1	1	4,5W	9W	22,5W	45W
1	0	1	1	5W	10W	25W	50W
0	1	1	1	5,5W	11W	27,5W	55W
1	1	1	1	6W	12W	30W	60W

Abgestrahlte Sendeleistung (ERP) an 0dB, 3dB, 7dB und 10dB-Antenne Medium-Power-Gerät (bis 500mW maximale Sendeleistung)							
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>DIP-Schalter</i>			
P0	P1	P2	P3	0dB	3dB	7dB	10dB
0	0	0	0	10mW	20mW	50mW	100mW
1	0	0	0	100mW	200mW	500mW	1W
0	1	0	0	250mW	500mW	1,25W	2,5W
1	1	0	0	500mW	1W	2,5W	5W

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Sendeleistung den für den entsprechenden Standort genehmigten Wert nicht überschreiten darf! Verluste durch Kabel und Steckverbinder dürfen ausgeglichen werden.

Die gewünschte Sendeleistung wird nun an den DIP-Schaltern 1-4 eingestellt. Um die Programmierung zu übernehmen ist der Schalter 8 in die Stellung "OFF" (0) zu bringen. Die OK-LED blinkt jetzt in doppelter Geschwindigkeit. Die Einstellung war erfolgreich.

Jetzt kann eine weitere Programmierung vorgenommen (DIP-Schalter 8 wieder auf "1" schieben) oder die Programmierung beendet werden.

11.4 Funkkanal programmieren

In dieser Ebene kann die verwendete Funkfrequenz eingestellt werden, sofern dies in dem entsprechenden Band zulassungstechnisch erlaubt ist. Die Zuordnung der jeweiligen Funkkanäle zu der entsprechenden Funkfrequenz kann den nachfolgenden Tabellen entnommen werden:

DIP-Schalter							
1	2	3	4	5	6	7	8
F0	F1	F2	F3	F4	1	0	1

Schnittstellenparameter					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>DIP-Schalter</i>
F0	F1	F2	F3	F4	Funkkanal
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	2
1	1	0	0	0	3
0	0	1	0	0	4
1	0	1	0	0	5
0	1	1	1	1	30
1	1	1	1	1	31

Die gewünschten Parameter werden nun an den DIP-Schaltern 1-5 eingestellt. Um die Programmierung zu übernehmen ist der Schalter 8 in die Stellung "OFF" (0) zu bringen. Die OK-LED blinkt jetzt in doppelter Geschwindigkeit. Die Einstellung war erfolgreich.

Jetzt kann eine weitere Programmierung vorgenommen (DIP-Schalter 8 wieder auf "1" schieben) oder die Programmierung beendet werden.

Funkkanäle höher als 31 können nur über eine PC-Parametriersoftware ausgewählt werden.

11.5 Betriebsart einstellen

Die Betriebsart der RTU-710 wird in der Ebene 3 konfiguriert:

DIP-Schalter							
1	2	3	4	5	6	7	8
M0	M1	M2			0	1	1

Betriebsart			
M0	M1	M2	Betriebsart
0	0	0	Slave, MoP-Protokoll oder Punkt-zu-Punkt Unterstation
0	0	1	Slave, MODBUS-RTU Protokoll, Brodersen-kompatibel
0	1	0	Nicht erlaubt
0	1	1	Slave, MODBUS-RTU Protokoll
1	0	0	Master Punkt-zu-Punkt
1	1	0	Master Punkt-zu-2-Punkt
1	0	1	Master Punkt-zu-3-Punkt
1	1	1	Master Punkt-zu-4-Punkt

Die gewünschten Einstellungen werden nun an den DIP-Schaltern 1-5 vorgenommen. Um die Programmierung zu übernehmen ist der Schalter 8 in die Stellung "OFF" (0) zu bringen. Die OK-LED blinkt jetzt in doppelter Geschwindigkeit. Die Einstellung war erfolgreich.

Jetzt kann eine weitere Programmierung vorgenommen (DIP-Schalter 8 wieder auf "1" schieben) oder die Programmierung beendet werden.

11.6 Frequenztabellen

Die Zuordnung der Funkfrequenzen zu den Funkkanälen in den verschiedenen Frequenzbändern ist in den nachfolgenden Tabellen aufgezeigt. Bei Geräten mit einstellbarer Frequenz ist die Kennung des Frequenzbandes auf der Geräterückseite zu finden.

ISM-Band	
Kennzeichnung: ISM	
Funkkanal	Frequenz
0	433,100
1	433,125
2	433,150
3	433,175
4	433,200
5	433,225
6	433,250
7	433,275
8	433,300
9	433,325
10	433,350
11	433,375
12	433,400
13	433,425
14	433,450
15	433,475
16	433,500
17	433,525
18	433,550
19	433,575
20	433,600
21	433,625
22	433,650
23	433,675
24	433,700
25	433,725
26	433,750
27	433,775
28	433,800
29	433,825
30	433,850
31	433,875

ISM-Band - Fortsetzung	
Kennzeichnung: ISM	
Funkkanal	Frequenz
32	433,900
33	433,925
34	433,950
35	433,975
36	434,000
37	434,025
38	434,050
39	434,075
40	434,100
41	434,125
42	434,150
43	434,175
44	434,200
45	434,225
46	434,250
47	434,275
48	434,300
49	434,325
50	434,350
51	434,375
52	434,400
53	434,425
54	434,450
55	434,475
56	434,500
57	434,525
58	434,550
59	434,575
60	434,600
61	434,625
62	434,650
63	434,675

Nichtöffentlicher Datenfunk	
Kennzeichnung: DND	
Funkkanal	Frequenz (MHz)
0	447,9750
1	447,9875
2	448,0000
3	448,1250
4	448,1375
...	...
10	459,5300
11	459,5500
12	459,5700
13	459,5900

England	
Kennzeichnung: GB	
Funkkanal	Frequenz (MHz)
0	458,5000
1	458,5125
2	458,5250
3	458,5375
4	458,5500
5	458,5625
6	458,5750
7	458,5875
8	458,6000
9	458,6125
10	458,6250
11	458,6375
12	458,6500
13	458,6625
14	458,6750
15	458,6875
16	458,7000
17	458,7125
18	458,7250
19	458,7375
20	458,7500
21	458,7625
22	458,7750
23	458,7875
24	458,8000
25	458,8125
26	458,8500
27	458,8625
28	458,8750
29	458,8875
30	458,9125
31	458,9250

Malaysia	
Kennzeichnung: MY	
Funkkanal	Frequenz
0	450,6250
1	451,3750
2	452,1250
3	452,8750
4	453,6250
5	454,3750
6	455,1250
7	455,8750
8	456,6250
9	457,3750
10	458,1250
11	458,8750
12	459,6250
13	460,3750
14	461,1250
15	461,9750

Afghanistan	
Kennzeichnung: AFG	
Funkkanal	Frequenz
0	440,0000
1	440,0500
2	440,1000
3	440,1500
4	440,2000
5	440,2500
6	440,3000
7	440,3500
8	440,4000
9	440,4500
10	440,5000
11	440,5500
12	440,6000
13	440,6500
14	440,7000
15	440,7500

Korea	
Kennzeichnung: ROK	
Funkkanal	Frequenz (MHz)
0	441,7000
1	441,7875
2	441,8750
3	442,0500
4	442,2250

Österreich High-Power	
Kennzeichnung: A	
Funkkanal	Frequenz (MHz)
0	440,5250
1	440,5500
2	440,6250
3	440,7750
4	440,8250

12 Leistungsmerkmale RTU-710H

Funktion:	Funkmodembaugruppe für das kontinuierliche Senden oder für das Zeitschlitzverfahren (nöDatFu) mit digitalen und analogen Ein- und Ausgängen.
Schnittstellen:	16 potentialfreie Optokoppler-Eingänge mit beliebigem Bezugspotential 4 Analogeingänge (RTU-710H/DA1) 8(16) PNP-Transistorausgänge, galvanisch getrennt
Sonderfunktionen:	
Funkrelaiskette:	4 Stationen (Sender-Relais1-Relais2-Empfänger)
Counter:	Bis zu 16 Ereigniszähler mit 16 Bit Auflösung.
Timer:	Bis zu 16 Timer mit jeweils 16 Bit Auflösung.
Impulse:	Impulsübertragung bei Punkt-zu-Punkt möglich
Min/Max/Avg:	Für die ersten 4 Analogeingänge
HF-Frequenzen:	433 - 434 MHz , 420 - 470 MHz
Zeitschlitzfrequenzen:	447,9750 MHz (nur Deutschland) 447,9875 MHz 448,0000 MHz 448,1250 MHz 448,1375 MHz
Kanalbelegung:	kontinuierliches Senden Zeitschlitzverfahren (nöDatFu)
Sendeleistung:	
Medium Power:	10 mW - 500mW
High Power:	100mW - 6W (an 3 dB Rundstrahler)
Spannungsversorgung:	10 bis 28 V DC
Gehäuse:	beschichtetes Aluminium mit Kunststoffenden, gemäß DIN 43880, zur Montage auf Standard-Hutschiene
Gehäuseabmessungen:	ca.: 162 * 80 * 62 mm (ohne BNC-Buchse und Klemmen)
Funktionstemperaturbereich:	- 20 bis + 70 °C