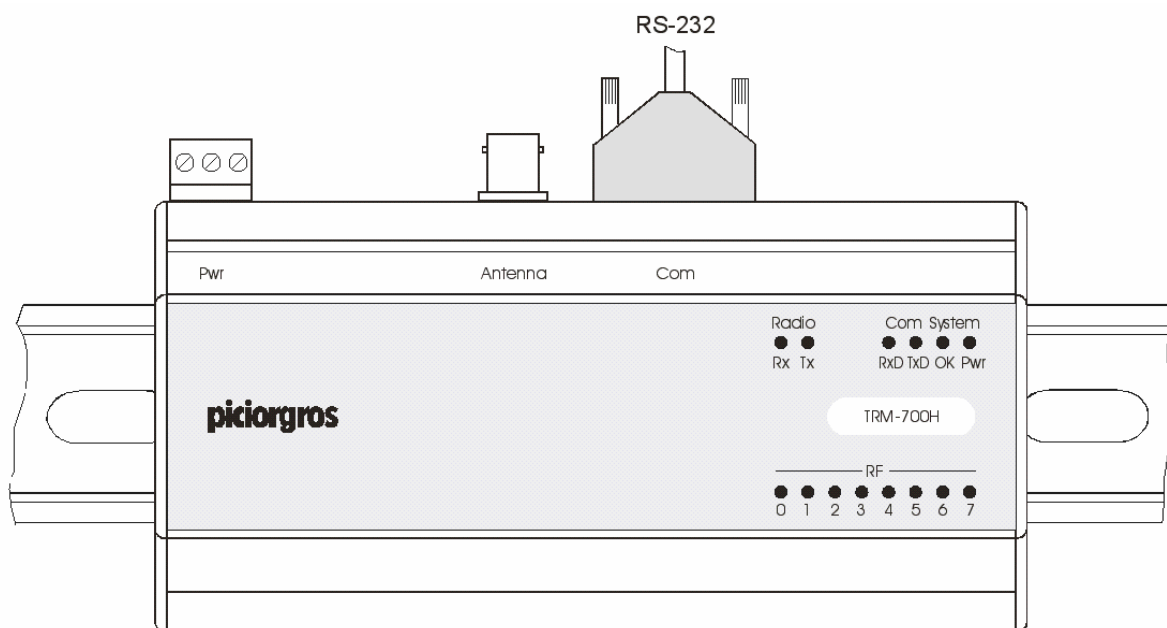


TRM-710H

Universelles Funkmodem mit serieller Schnittstelle

V 5.40



Claudiastr. 5
51149 Cologne
Germany

1	HINWEISE ZU DIESER DOKUMENTATION	5
1.1	Inhalt	5
1.2	Sicherheitstechnische Hinweise.....	5
1.3	Haftungsausschluss	5
2	SOFTWAREÄNDERUNGEN	6
3	ÜBERSICHT TRM-710.....	8
3.1	Funktionsumfang	8
3.2	Vorstellung der einzelnen Betriebsarten.....	9
3.2.1	Funknetz mit TRM-710H/M (ZZ) mit aktiver Unterstationsadressierung... ..	9
3.2.2	Funknetz mit TRM-710H/M (ZZT).....	9
3.2.3	Funknetz mit TRM-710H/M (ZZT).....	10
3.2.4	Funknetz ohne Master mit TRM-710H/U in der Betriebsart T1X	10
3.2.5	Übersicht über die möglichen Kombinationen in unterschiedlichen Frequenzbändern	11
3.3	Mechanischer Aufbau	12
3.4	LED-Funktionen	12
3.5	Spannungsversorgung	13
3.6	V24/RS-232-Schnittstelle:	13
3.7	Übertragungsprotokolle auf der seriellen Schnittstelle (Schicht-1)	14
3.7.1	Protokoll 3964R	15
3.7.2	Protokoll ASCII	19
3.7.3	Protokoll Timeout	23
3.8	Funktionsprinzip der Datenübertragung im Zeitschlitzverfahren:	24
3.9	Grundsätzliche Hinweise zum Betrieb:	25
4	TRM-710H/M MASTERSTATION.....	28
4.1	Betriebsart "ZZ"	28
4.1.1	Kommunikation Leitsystem - TRM-710/ZZ (logische Ebene)	29
4.1.2	Einschaltmeldung TRM-710 (ZZ)	29
4.1.3	Wake-UP Signalisierung bei Erreichen des Zeitschlitzes	30
4.1.4	Abfrage der Versionsnummer.....	32
4.1.5	Abfragen des Zeitschlitzzustandes	33
4.1.6	Abfrage des Zeitschlitztimers	34
4.1.7	Abfrage des Zeitschlitztimers - neue Variante	36
4.1.8	Zeit bis zum nächsten Zeitschlitz abfragen	37
4.1.9	Status der DCF-Uhr abfragen	38
4.1.10	Uhrzeit abfragen	39
4.1.11	Feldstärke des zuletzt empfangenen Datensatzes abfragen	40
4.2	Betriebsart "ZZT"	41

4.2.1	Funktionsprinzip der Datenübertragung im Zeitschlitzverfahren	42
4.2.2	Datenübertragung ohne Zeitschlitzbeschränkung.....	43
4.2.3	Verwendung eines Funkrelais.....	43
4.3	Betriebsart "ZZTM" (ab Firmware 4.10).....	44
4.3.1	MODBUS-Protokoll	45
4.3.1.1	Register lesen: Funktionscode 03 (Read Holding Registers)	45
4.3.1.2	Register schreiben: Funktionscode 16 (Preset Multiple Registers).....	47
4.3.1.3	Diagnose: Funktionscode 08, Subcode 0000 (Loopback Test Query)	49
4.4	Registerstruktur (M-Gerät, Betriebsart "ZZ" und ZZTM).....	50
4.4.1	Register der TRM-710H	51
4.4.2	Beschreibung der Registerfunktionen.....	53
4.4.2.1	Register Stationsadresse.....	53
4.4.2.2	Register Geräte-ID	53
4.4.2.3	Register Software-Version.....	53
4.4.2.4	Register Feldstärke des letzten Datensatzes	53
4.4.2.5	Register Zeichenverzugszeit	54
4.4.2.6	Register Quittungsverzugszeit	54
4.4.2.7	Timeoutzeit MoP-Telegramm bei S1U.....	54
4.4.2.8	Register Aktuelle Zeitschlitz	54
4.4.2.9	Register Momentan aktiver Zeitschlitz.....	54
4.4.2.10	Register Verbleibende Zeit im Zeitschlitz	55
4.4.2.11	Register Nächster Zeitschlitz	55
4.4.2.12	Register Zeit bis zum nächsten Zeitschlitz	55
4.4.2.13	Register DCF-Status	55
4.4.2.14	Register Anzahl Minuten asynchron.....	56
4.4.2.15	Register DCF-Zeit 1-3	56
4.4.3	MoP-Protokoll.....	57
4.4.3.1	Aufforderungsdatensatz des Leitsystemes.....	58
4.4.3.2	Quittungsdatensatz des TRM-710:	58
4.4.3.3	Ansprechen der TRM-710H Register über das MoP-Protokoll	59
4.5	Einrichten des DCF-77 Empfängers	60
5	TRM-710H/U UNTERSTATION.....	61
5.1	Betriebsart "S1U"	61
5.1.1	Aufbau der Funkdatentelegramme.....	61
5.1.1.1	Datentelegramme von der Zentralstation → Unterstation.....	62
5.1.1.2	Quittungstelegramme von den Unterstationen → Zentralstation	63
5.1.1.3	Funktionscodes für die TRM-710/S1U.....	64
5.1.1.4	Adressblock: (Relaisbetrieb).....	65
5.1.1.5	Timeoutbyte T (Zentralstation → Feldstation).....	67
5.1.1.6	Record-Zähler RZ (Feldstation → Zentralstation)	67
5.1.2	Beschreibung der Funktionscodes	68

5.1.2.1	Daten zur TRM-710/S1U senden und von dieser einlesen (F=31 hex).....	68
5.1.2.2	Daten von der TRM-710/S1U lesen (F=32 hex)	70
5.1.2.3	Letzten Datenblock noch einmal anfordern (F=33 hex).....	71
5.1.3	Beispiel:.....	72
5.1.3.1	Einleiten der Datenübertragung	72
5.1.3.2	Ausgabe der Daten an der TRM-710/S1U.....	73
5.1.3.3	TRM-710/S1U auffordern, Daten entgegenzunehmen.....	73
5.1.3.4	Daten an der TRM-710/S1U einlesen:.....	74
5.1.3.5	Übermittlung der Daten an das Leitsystem.....	74
5.1.3.6	Vereinfachung	75
5.1.4	Zusammenfassung.....	75
5.1.4.1	Übermittlung von Daten an die TRM-710/S1U	75
5.1.4.2	Einlesen von Daten an der TRM-710/S1U und Senden an die Zentrale	76
5.1.4.3	Erneute Übermittlung des letzten Datensatzes	76
5.1.5	MoP in der S1U-Betriebsart (ab Firmware 4.30)	77
5.1.5.1	Ansprechen der internen Konfigurationsregister.....	77
5.1.5.2	Externe Kommunikation über MoP-Telegramme (Code 60)	78
5.2	Betriebsart S2U	80
5.3	Betriebsart T1X.....	82
6	KONFIGURATION UND ANSCHLUSS.....	83
6.1	Konfiguration über DIP-Schalter	83
6.2	Programmiermodus starten	92
6.3	Sendeleistung programmieren	93
6.4	Schnittstellenparameter programmieren	95
6.5	Betriebsart und Schicht-1-Protokoll einstellen.....	96
6.6	Geräteadresse	98
6.7	Beenden des Programmiermodus	99
6.8	Steckerbelegung TRM-710-Schnittstelle (9 pol. Submin-D, Weibchen):	100
6.8.1	TRM-710 / RS-232-Schnittstelle:	100
6.8.2	TRM-710 / RS-485 / RS-422-Schnittstelle (Optional):.....	100
6.9	Steckerbelegung PC (Submin-D, Männchen):.....	101
6.9.1	PC / RS-232-Schnittstelle, 9-pol:.....	101
6.9.2	PC / RS-232-Schnittstelle, 25-pol:.....	101
6.10	Steckerbelegung Spannungversorgung (steckbare Schraubklemme):.....	102
7	TECHNISCHE DATEN TRM-710:	103

1 Hinweise zu dieser Dokumentation

1.1 Inhalt

Diese Dokumentation informiert Sie über den Einbau, die Einstellungen und den Betrieb der Funkmodembaugruppe TRM-710. Zusätzliche Informationen dazu stehen im Internet unter www.piciorgros.com im Abschnitt FAQ zur Verfügung, insbesondere zum Thema Antenneninstallation, Betriebsreichweiten, 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
3.00	3.00	Erste ausgelieferte Version
3.02	3.02	TRM-710H/M kann "alt-kompatibel" gemacht werden (Ausgabe von "*Z1" an Stelle von "*Zs1")
3.03		T1X-Funktionalität in die TRM-710H/U implementiert
3.10		S1U-Funktionalität in die TRM-710H/U implementiert
3.2	3.2	<p>Gerätetypen TRM-710H/ZZ und ZZT werden in den gemeinsamen Typ TRM-710H/M überführt. Die Betriebsarten sind per DIP-Schalter konfigurierbar.</p> <p>Gerätetypen TRM-710H/S1U, TRM-710H/S2U und TRM-710H/T1X werden in den gemeinsamen Typ TRM-710H/U überführt. Die Betriebsarten sind per DIP-Schalter konfigurierbar.</p> <p>Programmierung der Geräteadresse in die Programmier Ebene 4 verlegt</p> <p>Altcompatibilität für ZZ ist jetzt eine eigene Betriebsart</p> <p>Funkkanal ist jetzt einstellbar soweit erlaubt (Hauptebene)</p>
3.31	3.31	<p>Neues Schicht-1-Protokoll implementiert: Timeout mit RTS-Steuerung</p> <p>Neues Stern-Kommando für TRM-710H/M, Betriebsart "ZZ": Abfrage der Feldstärke des zuletzt empfangenen Datensatzes (*F)</p>
3.60	3.60	Rahmen- und Parityfehler auf der Schnittstelle führen zu einem Verwerfen des Datensatzes und protokollabhängig zu einer negativen Quittierung.
3.80	3.80	<p>In der Betriebsart "S2U" kann ein TRM-Slave auch auf die Adresse 0 eingestellt werden, um kompatibel zu alten Installationen (ZZT im 19"-HF-Gehäuse oder Hutschienenversion vor Softwarestand 3.10</p> <p>Q-PLL ist jetzt möglich</p>
4.00	4.00	Anpassung für Hardware-Version 2.00 der Steuerbaugruppe
4.10	4.10	Betriebsart "ZZTM" implementiert – erlaubt die Abfrage der Register der TRM-710/M per MODBUS-RTU
4.30	4.30	Die S1U-Betriebsart der TRM-710-Unterstation unterstützt MoP-Telegramme sowohl für das Ansprechen der internen Register als auch für eine Kommunikation über die serielle Schnittstelle.

5.00	5.00	<p>TRM-710:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funkschnittstelle, Protokolle und alle Register kompatibel zu TRM-700, soweit hier nicht anders beschrieben • HF-Baugruppen SR-150 und SR-450 mit maximal 6 Watt HF-Ausgangsleistung und 16 einstellbaren HF-Leistungsstufen implementiert • Die Geräteparameter (Zeitschlitz, Sendeleistung etc.) können jetzt über die serielle Schnittstelle geändert werden • Die TRM-710 unterstützt MoP2 als Relaisstation für RTU-710 in der Betriebsart "S1U" • Der Zugriff auf die TRM-710 per MoP im Programmiermodus über die serielle Schnittstelle ist jetzt möglich
5.02	5.02	<ul style="list-style-type: none"> • Software-Handshake "XON/XOFF" für Schicht-1-Protokoll "Timeout" implementiert.
5.10	5.10	<ul style="list-style-type: none"> • Die Funkdatenrate kann auf 1200 bps herabgesetzt werden. Hierzu ist Bit 9 im Betriebsartenregister 917 zu setzen.
5.21		<ul style="list-style-type: none"> • Wenn im Programmiermodus ein Datensatz über die serielle Schnittstelle empfangen wurde, ist die Programmierung über DIP-Schalter deaktiviert. Dient zur Verhinderung der versehentlichen Verstellung der Sendeleistung nach einer Programmierung über PiConfig
5.30		<ul style="list-style-type: none"> • Das Gerät kann jetzt im Gateway-Modus arbeiten (in der S1U-Betriebsart). Hier werden alle empfangenen MoP2-Telegramme, die nicht für die eigene Adresse der TRM bestimmt sind, auf der seriellen Schnittstelle ausgegeben. Somit können über diese Schnittstelle per Draht angebundene RTU (Hausvernetzung) von der Zentrale aus angesprochen. <p>In dieser Betriebsart kann die TRM auch als MODBUS-Gateway arbeiten – die MoP2-Telegramme werden dann in MODBUS-Mastertelegame umgewandelt und über die Schnittstelle ausgegeben.</p>
5.40	5.40	<ul style="list-style-type: none"> • Ab Seriennummer 2674 (Auslieferdatum 23.9.2005) sind alle Geräte mit RS-485-Schnittstelle auch auf RS-422 umschaltbar. Die Firmware 5.40 unterstützt diese Umschaltung.

3 Übersicht TRM-710

3.1 Funktionsumfang

Das TRM-710 ist eine Funkmodembaugruppe mit serieller Schnittstelle. Das Gerät kann auf verschiedenen Frequenzen, in unterschiedlichen Betriebsarten und mit verschiedenen Schnittstellenprotokollen arbeiten.

Grundsätzlich werden zwei Typen des TRM-710 unterschieden:

Masterstationen (TRM-710H/M) dienen als reine Zentralstation in Punkt-zu-Punkt oder Punkt-zu-Mehrpunktsystemen. Kommunikation kann immer nur zwischen der Zentrale und einer oder mehreren Unterstationen stattfinden. Die direkte Kommunikation zwischen Unterstationen ist nicht möglich. Für Systeme im Nichtöffentlichen Datenfunk (NöDatFu - Zeitschlitzverfahren, nur Deutschland) oder für Systeme mit eigener Adressierung der Unterstationen sowie der Verwendung von Funkrelais muß mindestens eine Masterstation pro Funknetz eingesetzt werden.

Unterstationen (TRM-710H/U) dienen in den Betriebsarten "S1U" oder "S2U" als reine Unterstationen und können nur von einer Masterstation angesprochen werden. Als weitere Betriebsart kann eine Unterstation als "T1X" konfiguriert werden. Hierbei gibt es keinen dedizierten Master, jede Unterstation kann beliebig Datentelegramme senden, die von allen anderen T1X-Unterstationen empfangen werden. Diese Betriebsart ist **nicht relaisfähig** und kann **nicht im Zeitschlitzverfahren** eingesetzt werden.

Die Konfiguration als Master oder Unterstation wird werkseitig vorgenommen und kann nicht verändert werden. Die Konfiguration der Betriebsarten und Schnittstellenprotokolle kann direkt vom Kunden vorgenommen werden.

3.2 Vorstellung der einzelnen Betriebsarten

3.2.1 Funknetz mit TRM-710H/M (ZZ) mit aktiver Unterstationsadressierung

Ein Funknetz mit einer TRM-710H/M in der Betriebsart "ZZ" (im Folgenden ZZ-Netz genannt) weist eine aktive Adressierung aller Unterstationen auf. Jede Unterstation kann als Funkrelais für weitere Unterstationen dienen.

Geeignete Unterstationen:

- TRM-710H/U in der Betriebsart S1U
- RTU-700 / 710H
- FMC-V24/DA1, DA2 und DA4

In der Betriebsart "ZZ" können unterschiedliche Statusinformationen und Konfigurationen direkt von der TRM-710/M abgefragt werden. Dies ist sehr nützlich, wenn das Gerät im Zeitschlitzverfahren betrieben wird. So können Dauer des aktuellen Zeitschlitzes, Zeit bis zum nächsten aktiven Zeitschlitz, die aktuelle DCF-Uhrzeit und Datum sowie viele weitere Parameter von der angeschlossenen Peripherie abgefragt werden.

3.2.2 Funknetz mit TRM-710H/M (ZZT)

Ein Funknetz mit einer TRM-710H/M in der Betriebsart "ZZT" (im Folgenden ZZT-Netz genannt) ist ein volltransparentes Funknetz mit seriellen Unterstationen. Alle von der ZZT ausgesandten Datentelegramme werden von allen S2U-Unterstationen ausgegeben. Durch die Transparenz können nahezu beliebige Protokolle gefahren werden, die sich an eine normale physikalische Bytestruktur auf der seriellen Schnittstelle halten. Als Beispiele seien z.B. 3964R, MODBUS, MODNET-1F, ASCII etc. zu nennen.

Geeignete Unterstationen:

- TRM-710H/U in der Betriebsart S2U

Der Betrieb im Zeitschlitzverfahren ist möglich. Hierbei wird die Information des vorliegenden Zeitschlitzes über die CTS-Leitung übergeben.

Für ZZT-Netze ist das Funkrelais RAR-700H verfügbar.

3.2.3 Funknetz mit TRM-710H/M (ZZT)

Diese Betriebsart ist identisch mit der Betriebsart ZZT, ist jedoch speziell auf den Transport des MODBUS-RTU-Protokolls ausgelegt. Die TRM-710H/M hat in dieser Betriebsart eine eigene MODBUS-Adresse (Zentraladresse +1), auf der das Gerät Schreib/Lesezugriffe auf die eigenen Register erlaubt (z.B. Abfrage des Zeitschlitzzustandes etc.)

3.2.4 Funknetz ohne Master mit TRM-710H/U in der Betriebsart T1X

In dieser Betriebsart gibt es keinen dedizierten Master: Jedes Gerät kann von sich aus Datensätze senden, die von allen anderen T1X-Geräten empfangen und ausgegeben werden. Daher verfügt die TRM-710H/U in dieser Betriebsart nicht über eine einstellbare Adresse. Statt dessen kann in bestimmten Frequenzbändern die Arbeitsfrequenz über DIP-Schalter eingestellt werden.

3.2.5 Übersicht über die möglichen Kombinationen in unterschiedlichen Frequenzbändern

Frequenzband	Masterstation	Unterstation	Bemerkung
NöDatFu (Zeitschlitz, Deutschland)	TRM-710H/M (ZZ) TRM-710H/M (ZZT)	TRM-710H/U (S1U) RTU-700 / 710 V24/DA1,DA2,DA4 TRM-710H/U (S2U)	Einer oder mehrere 6- Sekunden-Zeitschlitz pro Minute verfügbar. Koordinierte Frequenz
Fernwirkfrequenzen, Ausland	TRM-710H/M (ZZ) (ohne DCF) TRM-710H/M (ZZT) (ohne DCF) kein Master nötig	TRM-710H/U (S1U) RTU-700 / 710 V24/DA1,DA2,DA4 TRM-710H/U (S2U) TRM-710H/U (T1X)	Teilweise koordinierte Frequenzen, keine Zeitschlitz- schränkung
ISM-Band (433-434 MHz)	TRM-710H/M (ZZ) (ohne DCF) TRM-710H/M (ZZT) (ohne DCF) kein Master nötig	TRM-710H/U (S1U) RTU-700 / 710 V24/DA1,DA2,DA4 TRM-710H/U (S2U) TRM-710H/U (T1X)	Frei verfügbar, anmelde- und gebührenfrei, Störungen nicht auszuschließen. Meist bis 10mW, in manchen Ländern bis 500mW

3.3 Mechanischer Aufbau

Das TRM-710 wird in einem Gehäuse für direkte Montage auf DIN-Schiene geliefert. Die Verbindung zu einem PC oder sonstiger Peripherie (SPS etc...) wird über eine 9-poligen SubMin-D-Buchse realisiert. Über eine steckbare Schraubklemme wird die Versorgungsspannung von 12 bis 24V DC zugeführt.

Auf der Frontseite des Gerätes befinden sich eine Reihe von Leuchtdioden, die über den Betriebszustand des Gerätes Auskunft geben.

3.4 LED-Funktionen

LED	Funktion
System Pwr	Anzeige der Betriebsspannung
System OK	Anzeige der Betriebsbereitschaft, Ausgabe von Fehlercodes
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
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
Langsames Blinken mit einem Taktverhältnis von 1:1	Das Gerät befindet sich im Programmiermodus
Schnelles Blinken mit einem Taktverhältnis von 1:1	Die letzte Programmierung im Programmiermodus wurde erfolgreich übernommen.
2 x Aufblinken - Pause	Das Gerät besitzt eine ungültige Adresse. Unterstationen können nur die Adressen 1-239 haben, Master-Geräte 0-14
4 x Aufblinken - Pause	Die Funkbaugruppe des Gerätes ist gestört

3.5 Spannungsversorgung

Die benötigte Spannungsversorgung von 12 - 24 V DC wird über eine 3-polige Schraubklemme zugeführt. Die Polarität ist wie folgt (Sicht von oben auf die Frontplatte des Gerätes, Schraubklemme befindet sich oben):

Außen (links): Gehäuse
Mitte: + 12 Volt bis + 24 Volt
Rechts: GND

3.6 V24/RS-232-Schnittstelle:

Es sind vier Schnittstellenleitungen vorhanden von denen drei verwendet werden.

Sendedaten:	TxD	TRM-710 → PC
Empfangsdaten:	RxD	TRM-710 ← PC
	CTS	TRM-710 → PC
	RTS	TRM-710 ← PC

TxD ist die Sendeleitung des TRM-710.

RxD ist die Empfangsleitung.

CTS ist ein Ausgangs-Steuersignal des TRM-710 und zeigt die Empfangsbereitschaft der Funkmodemgruppe für RS-232-Daten an. [In der Betriebsart "ZZT" zeigt CTS an, ob der Zeitschlitz momentan verfügbar ist, oder nicht.](#)

RTS ist der Handshake-Eingang des TRM-710. In der Betriebsart "Timeout mit RTS" kann die Ausgabe auf der seriellen Schnittstelle mit diesem Signal angehalten werden. In den anderen Betriebsarten wird RTS nicht verwendet!

Schnittstellenparameter:

Die Schnittstellenparameter sind konfigurierbar. Es können Geschwindigkeiten von 2400-19200 bps, Datenwortlängen von 7 oder 8 Bit sowie Parity Odd oder Even eingestellt werden. Die Werkseinstellung ist 9600bps, 8 Datenbit, keine Parität, ein Stopbit.

Wird bei den über die Schnittstelle übermittelten Daten ein Rahmenfehler entdeckt, oder stimmt bei aktivierter Parityfunktion das Paritybit nicht, so wird der übermittelte Datensatz grundsätzlich verworfen. In den Protokollen ASCII und 3964R erhält die angeschlossene Peripherie eine negative Quittung.

Optional ist gegen Aufpreis auch eine umschaltbare RS-485 / RS-422 Schnittstelle erhältlich. Dabei ist zu beachten, dass eine RS-485 / RS-422 Schnittstelle nicht über die CTS/RTS-Leitung verfügt. [Eine Signalisierung des aktiven Zeitschlitzes in ZZT-Netzen ist hierdurch nicht möglich.](#)

Es können pro Block maximal 512 Bytes übertragen werden.

3.7 Übertragungsprotokolle auf der seriellen Schnittstelle (Schicht-1)

Folgende Protokolle zwischen Peripherie und TRM-710 werden unterstützt:

- 3964R (Siemens)
- ASCII
- Timeout (transparent)

Das Schicht-1-Protokoll ist unabhängig von Gerätetyp und Betriebsart. Dieses Protokoll definiert lediglich die Art wie die Nutzdaten zwischen Peripherie und TRM-710 ausgetauscht werden. Über Funk werden lediglich die Nutzdaten mit speziellen Kopfdaten sowie einer Datensicherung übertragen.

Jedes TRM-710 kann unabhängig von anderen Geräten im Netz auf das gewünschte Schicht-1-Protokoll eingestellt werden. Mischbetrieb ist problemlos möglich (z.B. der Master fährt "3964R", die Unterstationen Timeout etc...)

Die einzelnen Schicht-1-Protokolle sind im nachfolgenden detailliert beschrieben.

3.7.1 Protokoll 3964R

Schnittstellenparameter:

Datenrate:	2400 - 19200 bps
Wortlänge:	7 oder 8 Bit
Startbit:	1 Bit
Stop-Bit:	1 Bit
Parität:	Keine, Odd oder Even
Zeichenverzugszeit:	Werkseinstellung 220ms
Quittungsverzugszeit:	Werkseinstellung 1000ms

Datensatzaufbau:

Es können Daten vom Rechner zum TRM-710 und umgekehrt gesendet werden. Beide Seiten können einen Verbindungsaufbau einleiten. In der folgenden Beschreibung wird die Seite, die den Verbindungsaufbau einleitet, als "Sender" bezeichnet, die Gegenseite als "Empfänger".

Bietet die SPS(PC) eine Prioritätseinstellung für den Kommunikationsaufbau, so ist diese auf "niedrig" einzustellen.

Die Kommunikation wird mit "STX" eingeleitet. Der Empfänger quittiert dies mit "DLE". Anschließend werden die Nutzdaten gesendet und mit "DLE" - "ETX" - "BCC" abgeschlossen. Der Empfänger quittiert den Empfang mit "DLE". Beinhalten die Nutzdaten ein DLE (10h), so ist dieses doppelt zu senden.

Werden mehrere Zeichen übertragen, so darf der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Byte die Zeichenverzugszeit von 220ms nicht überschreiten. Andernfalls sendet der Empfänger ein "NAK" und bricht die Prozedur ab.

Die Zeit zwischen einer Sendeaufforderung (STX), dem Ende der Datenübertragung (DLE-ETX-BCC) und der jeweiligen Quittung durch den Empfänger darf die Quittungsverzugszeit (1000ms) nicht überschreiten. Andernfalls sendet der Sender ein "NAK" um die Prozedur abzubrechen.

Wird das System im Zeitschlitzverfahren betrieben und ist zur Zeitpunkt der Datenübertragung kein aktiver Zeitschlitz vorhanden, so lehnt das TRM-710 die Daten mit "NAK" ab. Eine Ausnahme bilden die Steuerkommandos in der Betriebsart "ZZ", die alle mit einem "*" beginnen. Diese Kommandos werden zu jeder Zeit ausgeführt.

Lehnt die SPS/PC einen Datensatz von dem TRM-710 ab, so wird bis zu 2 weitere Male versucht, diesen Datensatz zu senden, sofern es sich um eine Antwort einer Unterstation handelt. Alle mit "*" beginnenden Steuerdatensätze in der Betriebsart "ZZ" werden nicht erneut gesendet.

Nutzdaten:

Die Nutzdaten werden nach dem Verbindungsaufbau transparent als 8-Bit-Werte im Bereich von 00h bis FFh übertragen. Eine Ausnahme muß bei 10h gemacht werden: Da dieser Wert dem Steuerzeichen "DLE" entspricht, wird dieses Byte verdoppelt gesendet ("DLE-Verdopplung"). Um im Nutzdatenstrom das Byte 10h zu übertragen, muß also 10h-10h gesendet werden. Beide Bytes gehen in die BCC-Berechnung ein!

Startzeichen:

Als Startzeichen wird STX (02h) verwendet. Der Verbindungsaufbau muß vom Empfänger mit DLE (10h) quittiert werden.

Endezeichen:

Als Endezeichen wird die Folge DLE-ETX (10h-03h) verwendet.

Prüfsumme (BCC):

Die Prüfsumme wird wie folgt gebildet:

$BCC = 1. \text{ Datenbyte (exor) } 2. \text{ Datenbyte (exor) } \dots \text{ (exor) } n\text{-tes Datenbyte (exor) DLE (exor) ETX}$

Das STX wird dabei nicht mitberücksichtigt. Vorsicht: als BCC können alle Bitkombinationen (auch ETX, STX, DLE etc.) entstehen. Verdoppelte DLE's werden auch doppelt in die BCC-Berechnung einbezogen!

Ergibt die BCC den Wert 10h (wie DLE-Steuerzeichen), so wird das Byte hier **nicht** verdoppelt!

Beispiel:

Der Status der Station 16 soll zurückgesetzt werden. Das hierfür nötige Datentelegramm ist:

28h-10h-00h-00h-00h-00h

Die Unterstation antwortet hierauf mit:

A8h-00h-10h-00h-00h-00h

SPS/PC → TRM-710: Verbindungsaufbau

02h
STX

TRM-710 → SPS/PC: Bestätigung Verbindungsaufbau

10h
DLE

SPS/PC → TRM-710: Datensatz senden

28h	10h	10h	00h	00h	00h	00h	10h	03h	3Bh
	DLE- Verdopplung!!!						DLE	ETX	BCC

TRM-710 → PC/SPS: Datensatz quittieren

10h
DLE

- Daten werden über Funk übertragen -

TRM-710 → PC/SPS: Quittungsdatensatz der Unterstation übertragen

02h
STX

SPS/PC → TRM-710: Bestätigung Verbindungsaufbau

10h
DLE

TRM-710 → SPS/PC: Quittungsdatensatz der Unterstation senden

A8h	00h	10h	10h	00h	00h	00h	10h	03h	BBh
		DLE- Verdopplung					DLE	ETX	BCC

SPS/PC → TRM-710: Datensatz quittieren

10h
DLE

Steuerzeichen:

In der nachfolgenden Tabelle sind die vom Protokoll verwendeten Steuerzeichen und die zugehörigen Hexadezimalwerte dargestellt:

Steuerzeichen	Abkürzung	Wert
Start of Text	STX	02h
End of Text	ETX	03h
Acknowledge	ACK	06h
Delete	DLE	10h
Negative Acknowledge	NAK	15h

3.7.2 Protokoll ASCII

Schnittstellenparameter:

Datenrate:	2400 - 19200 bps
Wortlänge:	7 oder 8 Bit
Startbit:	1 Bit
Stop-Bit:	1 Bit
Parität:	Keine, Odd oder Even
Zeichenverzugszeit:	Werkseinstellung 220ms
Quittungsverzugszeit:	Werkseinstellung 1000ms

Datensatzaufbau:

Es können Daten vom Rechner zum TRM-710 und umgekehrt gesendet werden. Alle Datensätze beginnen dabei mit einem Startzeichen, gefolgt von den Nutzdaten (in ASCII), einem Endezeichen und der Prüfsumme.

Die Datensätze werden grundsätzlich positiv (ACK) oder negativ (NAK) bestätigt. Soll die Prozedur abgebrochen werden, so wird EOT gesendet. [Das TRM-710 sendet z.B. ein EOT, wenn im Zeitschlitzverfahren ein Datensatz gesendet werden soll, jedoch der Zeitschlitz nicht aktiv ist.](#) Auf ein NAK wird der Datensatz wiederholt.

Es ist darauf zu achten, dass zwischen den einzelnen Bytes eines Datensatzes keine Pausen größer als die Zeichenverzugszeit (220ms) entstehen, da sonst der Datensatz verworfen wird. Das TRM-710 sendet in diesem Fall ein "NAK".

Quittungen haben innerhalb der Quittungsverzugszeit (1s) zu erfolgen. Bleibt die Quittung aus, so wiederholt das TRM-710 die Ausgabe der Daten 2 Mal (außer bei Stern-Kommandos in der Betriebsart "ZZ"). Wird nach der letzten Wiederholung immer noch keine Quittung empfangen, so bricht das TRM-710 die Prozedur mit EOT ab (außer bei Sternkommandos)

Startzeichen:

Als Startzeichen wird STX (02h) verwendet.

Nutzdaten:

Die Nutzdaten bestehen aus einer reinen ASCII-Folge. Binärwerte werden dabei als in ASCII als Hexadezimalzahl dargestellt. Es dürfen grundsätzlich nur die ASCII-Zeichen "0"..."9" sowie "A"..."F" verwendet werden.

Beispiel: Das Nutzdatenbyte 7Eh wird als 2-Byte-Folge "7"- "E" übertragen.

Eine Ausnahme bilden die Steuerkommandos, die mit einem Stern beginnen. Alle diese Übertragungen werden nach dem Stern in reinem ASCII übertragen.

Beispiel: "*Z1" wird gesendet: STX-"*"-"Z"-"1"-ETX-LRC

Endezeichen:

Als Endezeichen wird ETX (03h) verwendet.

Prüfsumme (LRC):

Die Prüfsumme wird wie folgt gebildet:

$LRC = 1. \text{ Datenbyte (exor) } 2. \text{ Datenbyte (exor) } \dots \text{ (exor) } n\text{-tes Datenbyte (exor) ETX}$

Das STX wird dabei nicht mitberücksichtigt. Vorsicht: als LRC können alle Bitkombinationen (auch ETX, STX, EOT etc.) entstehen.

Beispiel:

Der Status der Station 1 soll zurückgesetzt werden. Das hierfür nötige Datentelegramm ist:

28h-01h-00h-00h-00h-00h

Die Unterstation antwortet hierauf mit:

A8h-00h-01h-00h-00h-00h

PC/SPS → TRM-710: Datensatz senden

02h	32h	38h	30h	31h	30h	30h	30h	30h	30h	30h
STX	"2"	"8"	"0"	"1"	"0"	"0"	"0"	"0"	"0"	"0"

30h	30h	03h	08h
"0"	"0"	ETX	LRC

TRM-710 → PC/SPS: Datensatz quittieren

06h
ACK

- Daten werden über Funk übertragen -

TRM-710 → PC/SPS: Quittungsdatsatz der Unterstation übertragen

02h	41h	38h	30h	30h	30h	31h	30h	30h	30h	30h
STX	"A"	"8"	"0"	"0"	"0"	"1"	"0"	"0"	"0"	"0"

30h	30h	03h	88h
"0"	"0"	ETX	LRC

PC/SPS → TRM-710: Datensatz quittieren

06h
ACK

Steuerzeichen:

In der nachfolgenden Tabelle sind die vom Protokoll verwendeten Steuerzeichen und die zugehörigen Hexadezimalwerte dargestellt:

Steuerzeichen	Abkürzung	Wert
Start of Text	STX	02h
End of Text	ETX	03h
End of Transmission	EOT	04h
Acknowledge	ACK	06h
Negative Acknowledge	NAK	15h

3.7.3 Protokoll Timeout

Das Protokoll "Timeout" ist in einer zweiten Variante auch mit RTS-Steuerung verfügbar. Hierbei kann die Datenausgabe des TRM-710 über die RTS-Leitung angehalten werden. Es ist zu beachten, dass bei Verwendung dieser Betriebsart die RTS-Leitung auch angeschlossen sein muß, da sonst keine Datenausgabe über die serielle Schnittstelle erfolgen kann.

Schnittstellenparameter:

Datenrate:	2400 - 19200 bps
Wortlänge:	7 oder 8 Bit
Startbit:	1 Bit
Stop-Bit:	1 Bit
Parität:	Keine, Odd oder Even

Datensatzaufbau:

Das Protokoll "Timeout" ist ein transparentes Protokoll, welches ausschließlich aus den zu übertragenden Nutzdaten besteht. Es werden weder Startzeichen noch Endezeichen oder eine Checksumme verwendet.

Nutzdaten:

Die zu übermittelnden Daten werden bündig an das TRM-710 ausgegeben. Dabei ist darauf zu achten, dass zwischen den einzelnen Zeichen nicht mehr als 10 Zeichenlängen (ca. 10ms bei 9600bps) Pause entsteht.

Das Endekriterium ist die Timeoutzeit: Wird für eine Zeit von mindestens 10 Zeichenlängen (10ms bei 9600bps) kein Byte mehr über die serielle Schnittstelle empfangen, so wird der Datensatz als abgeschlossen betrachtet und er wird über Funk gesendet bzw. vom TRM-710 interpretiert (z.B. "*" - Kommandos in der Betriebsart "ZZ").

Im Protokoll "Timeout" erfolgt keine Quittung auf Schicht-1-Ebene.

3.8 Funktionsprinzip der Datenübertragung im Zeitschlitzverfahren:

Die Funkmodembaugruppe TRM-710H/M übernimmt die physikalische Überwachung/Steuerung des Zeitschlitzes. Dabei verwendet sie als Zeitnormal das DCF-77-Funksignal.

Der Beginn des Zeitschlitzes kann dem angeschlossenen Leitreechner durch ein "Wake-Up"-Telegramm mitgeteilt werden, womit ein dauerndes Polling an der seriellen Schnittstelle entfällt. Danach kann die Datenübertragung zu den Unterstationen beginnen. Die jeweiligen Datensätze werden von dem TRM-710 abhängig vom verwendeten Protokoll quittiert.

Zusätzlich zu den Datensätzen die zu den Unterstationen gesendet werden und einen entsprechenden Quittungsdatsatz zur Folge haben gibt es Datensätze, die von dem TRM-710 interpretiert werden. Diese Datensätze beginnen nicht mit einem Funktionscode (siehe Beschreibung RTU-700 / 710 etc.) sondern mit dem *-Zeichen. Mit diesen speziellen Kommandos können Zeitschlitzinformationen abgefragt, Monitor-Funktionen aktiviert werden etc.

Die *-Kommandos sind in der Betriebsart ZZT nicht verfügbar. Hier wird die Zeitschlitzinformation per CTS-Leitung zur Verfügung gestellt (CTS gesperrt: Kein Zeitschlitz, CTS frei: Zeitschlitz ist aktiv, es können Daten übertragen werden).

3.9 Grundsätzliche Hinweise zum Betrieb:

Datensatzlänge:

Datensätze können bis zu 512 Byte lang sein. Kurz vor Erreichen der maximal erlaubten Datenlänge wird CTS deaktiviert, womit der Datenstrom unterbrochen wird. Ist die serielle Schnittstelle wieder bereit Daten anzunehmen, wird CTS wieder freigegeben.

"Datensatz Ende" Kriterium bei Schicht-1-Timeout-Protokoll:

Die einzelnen Byte eines Datensatzes müssen vom Leitsystem bündig übertragen werden. Wird nach dem Empfang von min. einem Byte eine Pause von 10 Zeichenlängen (ca. 10ms bei 9600bps) entdeckt, so wird dies als Endekriterium des Datensatzes interpretiert, und die Daten werden über Funk gesendet.

"Datensatz Ende" Kriterium bei Schicht-1 3964R- und ASCII-Protokoll:

Ist für das entsprechende Gerät das Protokoll (Schicht 1) "ASCII" oder "3964R" eingestellt, so wird das Datensatzende eindeutig durch das jeweilige Protokoll definiert (z.B. DLE-ETX-BCC bei 3964R, ETX-LRC bei ASCII)

Quittungsverzugszeit (gilt besonders für ZZT-Netze):

Bei der Entwicklung der Leitstellensoftware muss die Quittungsverzugszeit, die bedingt durch die jeweilige Auf- und Abtastung der Funkbaugruppen länger als bei drahtgebundenen Systemen ist, entsprechend berücksichtigt werden. Dabei sind ca. 50mS HF-Trägeraufastung, 20mS Datenheader und jeweils 5mS je Datenbyte (bei einer Funkdatenrate von 2400BPS) anzusetzen. Zusätzlich dazu müssen die Zeiten für die Ausgabe und die Quittung des Datensatzes über die serielle Schnittstelle auf der Unterstationsseite (ca. 1mS je Datenbyte bei 9600 bps), in die Gesamtrechnung mit einbezogen werden.

Timeout durch die Zeitschlitztechnik:

Bedingt durch das Zeitschlitzverfahren kann im Regelfall nur für 6 Sekunden je Zeitminute gesendet werden. Daraus kann sich das Problem ergeben, dass die Quittungsdaten einer Unterstation am Ende eines Zeitschlitzes nicht mehr zurückgesendet werden können, und somit Daten verloren gehen. Deshalb muss die letzte Funkstation, bei einem Datenverlust unmittelbar vor dem Zeitschlitzende, direkt zu Beginn des nächsten Zeitschlitzes wieder angepollt werden.

Adressierung und Quittungsmeldung (ZZT-Netze):

Alle Unterstationen TRM-710H/S2U empfangen die von der Zentralstation ZZT gesendeten Funkdatensätze zeitsynchron, und geben sie auch zeitsynchron im jeweils eingestellten Schicht-1-Protokoll an die angeschlossene Peripherie aus. Dabei wird die CTS-Leitung mit dem ersten empfangenen Datensatz aktiviert, und erst am Ende des Zeitschlitzes wieder weggeschaltet.

Es ist die Aufgabe der SPS, die Adresse innerhalb des Datensatzes zu prüfen und nur dann zu antworten, wenn Datensätze die eigene Unterstationsadresse enthalten.

Protokollanforderung (ZZT-Netze):

Es sei hier erwähnt, dass bei Funkübertragungsstrecken in der Betriebsart "Timeout" möglichst Protokolle mit wenigen Transfermeldungen - wie z.B.: das MODBUS RTU Protokoll - genutzt werden sollten. Hierbei wird jeweils nur *ein* Datensatz gesendet, und *einer* als Quittungsdatsatz empfangen, es werden also lediglich zwei Transfers benötigt. Im Gegensatz dazu sind z.B.: beim 3964R Protokoll für *eine* Datenabfrage insgesamt acht (ACHT!!) Funktransfers notwendig. Dieses Protokoll ist für den Einsatz im nöDatFu in der Betriebsart "Timeout" denkbar ungeeignet.

Eine Variante für die Nutzung des 3964R-Protokolls ist folgende: Das Schicht-1-Protokoll kann für die ZZT und die S2U auf "3964R" eingestellt werden. Hier kann der zu übermittelnde Datensatz per 3964R-Protokoll an das TRM-710/ZZT übergeben werden. Der Erhalt des Datensatzes wird vom TRM-710/ZZT quittiert, und dann per Funk zu den Unterstationen TRM-710/S2U gesendet. Dort wird er - ebenfalls per 3964R-Protokoll an die Peripherie ausgegeben.

Hierbei fällt für jeden Transfer nur **ein** Funktransfer an. Es ist jedoch zu beachten, dass die TRM-710 hierbei den korrekten Empfang des Datensatzes quittieren. Eine positive Quittung innerhalb des 3964R-Protokolls heißt nur, dass das TRM-710 den Datensatz erhalten hat, nicht jedoch dass die Unterstation die Daten empfangen konnte.

Im Zeitschlitzbetrieb werden außerhalb des Zeitschlitzes die Daten im 3964R-Protokoll und im ASCII-Protokoll grundsätzlich abgelehnt (NAK bei 3964R, EOT bei ASCII). In der Betriebsart "Timeout" ist das Ablehnen nicht möglich, da keine Quittung vom System gesendet wird. Hier ist das einzige Bemessungskriterium für einen vorhandenen Zeitschlitz bei der ZZT das CTS-Signal, in der Betriebsart ZZ kann der Zeitschlitzstatus per Sternkommando abgefragt werden.

4 TRM-710H/M Masterstation

4.1 Betriebsart "ZZ"

In der Betriebsart "ZZ" können beliebige Datensätze zur Steuerung der Geräte RTU-700 / 710, TRM-710/S1U, FMC-V24/DA1, DA2 sowie DA4 übertragen werden. Die Nutzdatensätze sind von den jeweils anzusprechenden Unterstationen abhängig. Die Kommunikation mit der angeschlossenen Peripherie erfolgt im eingestellten Schicht-1-Protokoll.

Das sogenannte Zeitbyte (ZB) in den Nutzdatentelegrammen wird von dem TRM-710H/M selbsttätig generiert und eingefügt. **Es ist darauf zu achten, dass dieses Byte nicht im Nutzdatenblock mitübertragen wird!**

Die TRM-710H/M besitzt eine 4-Bit-Adresse, welche im Bereich von 0-14 einstellbar ist. Diese Adresse übt keinen Einfluß auf die anzusprechenden Unterstationen aus, da diese über eine eigene, einmalige Adresse im System verfügen. Arbeiten jedoch mehrere ZZ mit gleicher Kundenadresse auf der gleichen Frequenz in einem Umfeld, wo eine ZZ fremde Unterstationen empfangen kann, so sollte man jeder ZZ und ZZT eine eigene Adresse geben. Dadurch wird ausgeschlossen, dass eine ZZ das Datentelegramm einer Unterstation beispielsweise der Nachbargemeinde ausgibt.

Auch sollte eine Unterstationsadresse pro Kunde und Frequenz in einem Funkversorgungsradius nur einmal vergeben werden, auch wenn es sich um unterschiedliche Netze handelt.

Jeder Kunde erhält eine eigene Kundenadresse, die übergeordnet wirkt. Es ist daher nicht möglich, dass gleichartige Systeme anderer Kunden vom eigenen System Daten empfangen oder senden können.

4.1.1 Kommunikation Leitsystem - TRM-710/ZZ (logische Ebene)

Die folgenden Datensätze/Protokolle beschreiben die Kommunikation zwischen dem steuernden Rechner/Leitsystem und der Funkmodembaugruppe TRM-710.

Die nachstehenden Kommandos sind als reine Nutzdaten dargestellt und sind in dem für das jeweilige TRM-710/ZZ gültigen Schicht-1-Protokoll abzuwickeln. Zum Beispiel ist das Abfragekommando für den Zeitschlitz hier mit "*Z" beschrieben - arbeitet das betreffende TRM-710/ZZ im ASCII-Protokoll, so ist dies z.B. als "STX-*-Z-ETX-LRC" zu übertragen. Die Quittung ist ebenfalls protokollabhängig ("DLE" bei 3964R, "ACK" bei ASCII, keine Quittung bei Timeout)

4.1.2 Einschaltmeldung TRM-710 (ZZ)

Nach dem Einschalten sendet das TRM-710 seine Versionsnummer und seine Gerätenummer über die serielle Schnittstelle.

Arbeitet das TRM-710 im Protokoll 3964R, so wird nach dem Einschalten zuerst ein "NAK" gesendet, bevor die Versionsnummer übermittelt wird.

Beispiel: Einschaltmeldung:

TRM-710: *V03.00 4711

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

4.1.3 Wake-UP Signalisierung bei Erreichen des Zeitschlitzes

Der Beginn und das Ende eines Zeitschlitzes kann vom Funkmodem durch einen "Wake-Up"-Datensatz signalisiert werden. Danach können vom Leitreechner die Pollingtelegramme zu den Unterstationen gesendet werden.

Der Beginn des Zeitschlitzes wird mit "*Zs1" (s=0...9,A (A=10): Nummer des Zeitschlitzes) signalisiert, das Ende mit "*Z0". Findet zum Zeitpunkt des Zeitschlitzbeginns oder -endes gerade eine Kommunikation statt, so wird das Wake-Up-Telegramm im Anschluss an diese Kommunikation gesendet.

Arbeitet das TRM-710 mit dem ASCII-Protokoll, so ist die Wake-Up-Funktion nach dem Einschalten aktiviert. Arbeitet das TRM-710/ZZ mit dem Protokoll 3964R oder Timeout, so ist diese Funktion nach dem Einschalten deaktiviert. Unabhängig hiervon kann die Funktion in beiden Protokollen ein- oder ausgeschaltet werden.

Beispiel: Wake-Up Datensatz von dem TRM-710/ZZ:

TRM-710: *Zs1 (Zeitschlitz s hat begonnen)
oder
TRM-710: *Z0 (Zeitschlitz wurde beendet)

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

Es besteht die Möglichkeit diese Wake-Up-Funktion vom Leitreechner aus zu deaktivieren/aktivieren.

Beispiel: Wake-Up aktivieren/deaktivieren:

Leitsystem: *W0 (Wake-Up deaktiviert)
oder
Leitsystem: *W1 (Wake-up aktiviert)

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

Hinweis: Ersetzt die TRM-710/ZZ eine alte Version, die die Nummer des Zeitschlitzes noch nicht ausgegeben hat, so kann die TRM-710 zu dem alten

Format kompatibel gemacht werden, falls das Leitsystem das neue Format nicht handhaben kann. Siehe hierzu unter "Konfiguration / Betriebsart".

4.1.4 Abfrage der Versionsnummer

Die in dem TRM-710 gespeicherte Versionsnummer und Gerätenummer kann per Software abgefragt werden. Damit kann das Funktionsspektrum der Geräte bei späteren Updates ermittelt werden.

Beispiel Versionsnummer abfragen (Softwareversion 3.10, Gerätenummer 4711):

Leitsystem: *V

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *V03.10 4711

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

Die Versionsnummer besteht aus dem Großbuchstaben 'V' und einer 4-stelligen Ziffer die nach der 2. Stelle mit einem Punkt getrennt ist. Danach folgt ein Leerzeichen und die 4-stellige Gerätenummer.

4.1.5 Abfragen des Zeitschlitzzustandes

Der Status des Zeitschlitzes kann wahlweise über die Wake-Up-Funktion oder über ein Polling (Abfrage) ermittelt werden. Auf die Pollinganfrage antwortet das Funkmodem mit *Z0 (außerhalb des Zeitschlitzes) oder *Zs1 (innerhalb des Zeitschlitzes, s=0...9,A: Nummer des Zeitschlitzes)

Beispiel: Abfrage des Zeitschlitzzustandes:

Leitsystem: *Z

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *Z0 (Zeitschlitz nicht aktiv)
oder

TRM-710: *Zs1 (Zeitschlitz aktiv)

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

Hinweis: Ersetzt die TRM-710/ZZ eine alte Version, die die Nummer des Zeitschlitzes noch nicht ausgegeben hat, so kann die TRM-710 zu dem alten Format kompatibel gemacht werden, falls das Leitsystem das neue Format nicht handhaben kann. Siehe hierzu unter "Konfiguration / Betriebsart".

4.1.6 Abfrage des Zeitschlitztimers

Im Funkmodem wird der 6-Sekunden-Zeitschlitz in 25mS-Schritte aufgeteilt und über einen 8-Bit-Zähler heruntergezählt (236 bis 000). Mit der Abfrage dieses Timers kann man vom Leitreechner aus erfassen, wo man sich im Zeitschlitz befindet. Der wiedergegebene Wert ist mit 25 zu multiplizieren und gibt dann die Zeit in Millisekunden bis zum Ablauf des Zeitschlitzes wieder.

Hierbei ist zu beachten, dass sich die Länge des Zeitschlitzes verkleinern kann, wenn das TRM-710 über einen längeren Zeitraum ohne DCF-Signal läuft. In diesem Fall können auch deutlich kleinere Anfangswerte übertragen werden.

Ist der Zeitschlitz nicht aktiv, so wird der Wert 0 zurückgegeben. Arbeitet das TRM-710 nicht im Zeitschlitzmodus (Verbindungen Ortsfest-Mobil auf Fernwirkfrequenz oder Betrieb im Ausland), so wird immer 999 (255 bei 3964R) zurückgegeben.

Bei der Rückgabe dieses Wertes werden deutliche Unterschiede zwischen den beiden Protokollen gemacht: Arbeitet das TRM-710 im ASCII-Protokoll, so wird der Wert als 3-stellige Zahl in ASCII ausgegeben (z.B. "086"). Im Protokoll 3964R wird der Wert in einem Byte übertragen (der Wert 86 würde also als 56h gesendet).

Beispiel Zeitschlitztimer abfragen (ASCII-Protokoll):

Leitsystem: *T

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *086 (noch $86 * 25 \text{ mS} = 2,15 \text{ Sekunden}$)

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

Beispiel Zeitschlitztimer abfragen (3964R-Protokoll):

Leitsystem: *T

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *(56h) (noch $86 * 25 \text{ mS} = 2,15 \text{ Sekunden}$)

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

4.1.7 Abfrage des Zeitschlitztimers - neue Variante

Ab Firmware 3.00 kann das TRM-710 mehrere Zeitschlitzze bedienen. Liegen diese hintereinander, so werden sie wie ein großer Zeitschlitz behandelt. Aus diesem Grund können Restlängen von mehr als 255 bzw. 999 25ms-Einheiten entstehen.

Die Abfrage mit *T konnte jedoch aus Kompatibilitätsgründen nicht modifiziert werden. Daher wurde das Kommando *TN eingeführt. Hier wird immer die Restzeit im 4-stelligen ASCII-Format ausgegeben. Es werden auch keine Unterschiede zwischen ASCII- und 3964R-Protokoll gemacht.

Beispiel Zeitschlitztimer abfragen:

Leitsystem: *TN

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *T0423 (noch 423 * 25 mS = 10,58 Sekunden)

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

4.1.8 Zeit bis zum nächsten Zeitschlitz abfragen

Mit dem Kommando "*N" kann die Restzeit bis zum nächsten Zeitschlitzbeginn in 25ms-Schritten abgefragt werden. Darüberhinaus wird die Nummer des nächsten Zeitschlitzes ausgegeben.

Die Restzeit kann bereits während eines aktiven Zeitschlitzes abgefragt werden, auch hier wird dann die Zeit bis zum Beginn des **nächsten** Zeitschlitzes ausgegeben.

Das Trennzeichen zwischen Zeitschlitznummer und Zeitangabe ist ein Leerzeichen (Space)

Beispiel Zeit bis zum nächsten Zeitschlitz abfragen:

Leitsystem: *N

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *N4 0898 (nächster Zeitschlitz ist Nummer 4, in
898*25ms=22,45 Sekunden)

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

4.1.9 Status der DCF-Uhr abfragen

Mit dem Kommando "*D" kann der Status der DCF-Uhr ausgegeben werden. Die Ausgabe erfolgt im Format "*Ds xxxx". "s" ist der Status (0-3), "xxxx" ist die Anzahl Minuten seit der letzten Synchronisierung (immer 4-stellig ASCII).

Statusmeldungen:

- 0 DCF-Uhr ist asynchron, sucht nach Minutenanfang
- 1 DCF-Uhr hat Minutenanfang gefunden, Decodierung läuft
- 2 DCF-Uhr ist synchron
- 3 DCF-Uhr ist asynchron, die Zeitschlitzinformation wird aber noch bereitgestellt.

Nach der ersten erfolgreichen Decodierung wird der Status "2" angenommen. Dieser wird so lange beibehalten, bis 15 Minuten in Folge kein DCF-Telegramm decodiert werden konnte. Dann geht die DCF-Uhr in den Status "3" über. Im Status 3 stellt die TRM-710/M (ZZ) noch ca. 70 Stunden lang einen Zeitschlitz zur Verfügung. Die Länge des Zeitschlitzes wird im Status 3 laufend verkleinert um sicherzustellen, dass bedingt durch Abweichungen nicht in einem Nachbarzeitschlitz gefunkt wird. Sobald eine Minute wieder korrekt decodiert wurde, wird sofort wieder nach Status 2 gewechselt.

Die Zeitangabe "xxxx" gibt die Anzahl der Minuten seit der letzten Synchronisation wieder.

Beispiel: DCF-Status abfragen:

Leitsystem: *D

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *D2 0003 (DCF ist synchron, wurde vor 3 Minuten zuletzt synchronisiert)

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

4.1.10 Uhrzeit abfragen

Wenn das TRM-710/M über eine DCF-Uhr verfügt, kann das Modem dazu verwendet werden, die Uhr des Leitrechners oder PC zu synchronisieren.

Die Uhrzeit kann mit dem Befehl *U abgefragt werden. Die Antwort wird im Format "*Uttmmjj hhmss" ausgegeben. Zwischen Datum und Uhrzeit ist ein Leerzeichen (Space) als Trennung.

Die Zeit steht nur zur Verfügung, wenn die vorherige Minute vollständig und korrekt decodiert wurde. Ansonsten wird "*U000000 000000" zurückgegeben.

Beispiel Uhrzeit abfragen:

Leitsystem: *U

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *U030901 155224 (03.09.2001, 15:52:24 Uhr)

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

4.1.11 Feldstärke des zuletzt empfangenen Datensatzes abfragen

Während ein Datensatz von einer Unterstation von dem TRM-710H/M "ZZ" übermittelt wird, wird die Empfangsfeldstärke während der Auswertung an verschiedenen Punkten im Datentelegramm gemessen und anschließend gemittelt. Dieser Wert kann in Prozent (0-100) mit dem Kommando "*F" angefragt werden.

Zurückgegeben wird eine dreistellige ASCII-Zahl, von "000" bis "100". Wird "999" zurückgegeben, so liegt zur Zeit kein gültiger Wert vor.

Wird der Wert abgefragt, so wird er nach der Ausgabe auf "999" (ungültig) zurückgesetzt. Erst nach dem Empfang eines weiteren Datensatzes gelangt wieder ein gültiger Wert in dieses Register.

Beispiel Feldstärke des letzten Datensatzes abfragen:

Leitsystem: *F

TRM-710: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

TRM-710: *F067

Leitsystem: Quittierung (nicht bei Timeout-Protokoll)

Eine ungefähre Gegenüberstellung der Feldstärkewerte zu den Prozentangaben kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Auf Grund von Bauteilstreuungen kann der Wert von Gerät zu Gerät leicht variieren.

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

4.2 Betriebsart "ZZT"

In der Betriebsart "ZZT" arbeitet das TRM-710 ausschließlich mit Unterstationen des Typs "TRM-710/S2U" zusammen. Die Übertragung erfolgt volltransparent. Daher sind auch keine Steuerkommandos zum TRM-710/ZZT (wie z.B. die Sternkommandos in der Betriebsart "ZZ") möglich. Der Datenaustausch zwischen den TRM-710H-Geräten und der angeschlossenen Peripherie erfolgen sowohl für den ZZT-Master als auch für die S2U-Unterstationen für jedes Gerät im jeweils konfigurierten Schicht-1-Protokoll.

Die TRM-710H/M besitzt eine 4-Bit-Adresse, welche im Bereich von 0-14 einstellbar ist. Diese Adresse wirkt als eine Art "Familiename" auf die S2U-Unterstationen. Die S2U-Unterstationen müssen eine um 1 höhere Adresse als die Zentrale besitzen. Ist die Zentrale beispielsweise auf die Adresse "0" eingestellt, so müssen die ihr zugeordneten S2U auf Adresse "1" konfiguriert werden. Arbeiten mehrere ZZ oder ZZT mit gleicher Kundenadresse auf der gleichen Frequenz in einem Umfeld, wo eine ZZ oder ZZT fremde Unterstationen empfangen kann, so sollte man jeder ZZ und ZZT-Gruppe eine eigene Adresse geben. Dadurch wird ausgeschlossen, dass eine ZZ das Datentelegramm einer Unterstation beispielsweise der Nachbargemeinde ausgibt. Auch sollte eine Unterstationsadresse (bzw. Familienadresse) pro Kunde und Frequenz in einem Funkversorgungsradius nur einmal vergeben werden, auch wenn es sich um unterschiedliche Netze handelt.

Geräte des Typs FMC-V24/ZZT und TRM-710H/ZZT mit Softwarestand vor 3.10 nehmen keine Adressierung vor und übertragen die Adresse "0" zu den Slaves. Um mit diesen Zentralen kompatibel zu sein, kann eine TRM-710H/U in der Betriebsart "S2U" ab Firmwareversion 3.80 auch als Slave die Adresse "0" erhalten. Ein Betrieb von Slaveadressen "0" in neueren ZZT-Netzen ist nicht möglich.

S2U-Unterstationen sind die einzigen Unterstationen, wo mehrere Geräte die gleiche Geräteadresse (hier: Familienadresse) besitzen dürfen.

Jeder Kunde erhält eine eigene Kundenadresse, die übergeordnet wirkt. Es ist daher nicht möglich, dass gleichartige Systeme anderer Kunden vom eigenen System Daten empfangen oder senden können.

4.2.1 Funktionsprinzip der Datenübertragung im Zeitschlitzverfahren

Das TRM-710H/ZZT (Zentralstation) und die TRM-710H/S2U (Unterstation) sind protokolltransparent, d.h.: es können beliebige Protokolle mit diesen Funkbaugruppen realisiert werden, da sie lediglich den "physikalischen Telegrammrahmen" generieren, in dem die (vom Leitsystem / SPS) empfangenen Nutzdaten eingebettet werden.

Als Kommunikationsinterface zur Erkennung der Bereitschaft, Daten anzunehmen und zur Anzeige eines aktiven Zeitschlitzes wird bei dem TRM-710/M (ZZT) die CTS Steuerleitung verwendet. Ist CTS aktiv, so ist die Baugruppe bereit Daten entgegenzunehmen (Zeitschlitz ist aktiv, Schnittstelle ist frei). Wenn CTS inaktiv ist, so werden die empfangenen Daten ignoriert (kein Zeitschlitz oder die Schnittstelle ist nach einem empfangenen Datensatz noch nicht wieder bereit). Es ist daher auch ohne CTS möglich, die Unterstationen zyklisch zu rufen. Außerhalb des Zeitschlitzes werden die Daten von der ZZT einfach verworfen.

Mit dem Aussenden der Daten über Funk überträgt die ZZT auch die Informationen über die Betriebsart und über den Status des Zeitschlitzes zu allen Unterstationen ihres Adressbereiches. Diese geben daraufhin ihr CTS-Signal frei und sind bereit, Daten von der Peripherie aufzunehmen. Wurde ein Datensatz auf der seriellen Schnittstelle einer Unterstation empfangen, so sendet diese den Datensatz daraufhin zurück zur Zentrale (sofern der Zeitschlitz noch aktiv ist). Endet der Zeitschlitz, so sperren alle Unterstationen wieder ihr CTS-Signal.

Die Unterstationen beziehen ihren Betriebsart- und Zeitschlitzstatus ausschließlich von der ZZT. Ohne einen Datensatz von der ZZT in dem aktuellen Zeitschlitz empfangen zu haben, können Unterstationen von sich aus selber keine Verbindung aufbauen. Ein ZZT/S2U-Funknetz erfordert daher immer mindestens einen Master, der die Unterstationen abpollt.

Die Bereitschaft einer S2U-Unterstation, Daten nach Empfang des letzten Telegrammes von der ZZT-Masterstation zurückzusenden, beträgt aus technischen Gründen im Zeitschlitzverfahren maximal 6,3 Sekunden, auch wenn der Restzeitschlitz bei mehreren hintereinanderliegenden Zeitschlitzten noch größer ist.

4.2.2 Datenübertragung ohne Zeitschlitzbeschränkung

Wird ein ZZT/S2U-System im Ausland oder ISM-Band eingesetzt, wo keine Zeitschlitzbeschränkung herrscht, so funktioniert die Übertragung grundsätzlich wie die Übertragung im Zeitschlitzverfahren. Die ZZT ist jedoch immer bereit, Daten über Funk zu den Unterstationen zu senden. Sobald eine S2U-Unterstation einmal ein Datentelegramm von einer ZZT empfangen hat weiß sie, dass sie nicht an eine Zeitschlitzbeschränkung gebunden ist. Daraufhin aktiviert sie CTS und kann von nun an jederzeit Daten von ihrer Peripherie aufnehmen und senden.

Wichtig ist jedoch zu wissen, dass die S2U nach einem Reset oder Neustart CTS erst sperrt und auf einen Datensatz von der ZZT wartet (da sie ja noch nicht wissen kann, ob mit oder ohne Zeitschlitzbeschränkung gearbeitet wird). Erst nach dem Empfang eines Datensatzes von der ZZT wird CTS wieder freigegeben.

4.2.3 Verwendung eines Funkrelais

Da die Unterstationen in einem transparenten ZZT/S2U-Netz nicht über eine jeweils eigene Adresse verfügen können (von der Familienadresse mal abgesehen), kann im Gegensatz zu einem Funknetz mit ZZ-Master nicht jede Unterstation auch als Funkrelais dienen. Um bei schwieriger topographischer Lage auch einen Relaisbetrieb zu ermöglichen, kann bei bestimmten über das Funknetz zu transportierenden Protokollen (MODBUS-RTU, MODNET-1F) das dedizierte Funkrelais RAR-700 eingesetzt werden. Details hierzu sind der Technischen Dokumentation des RAR-700 zu entnehmen.

4.3 Betriebsart "ZZTM" (ab Firmware 4.10)

Die Betriebsart "ZZTM" entspricht in der Funktion der vorhergehend beschriebenen Betriebsart "ZZT", ist jedoch für die Übertragung von MODBUS-Datensätzen optimiert.

In dieser Betriebsart können die internen Register der TRM-710/M per MODBUS-RTU ausgelesen bzw. beschrieben werden. Somit können z.B. der Zustand der DCF-Uhr, der aktuelle Zeitschlitz, Restzeit im Zeitschlitz etc. ausgelesen werden.

Das Gerät erhält hierzu eine eigene MODBUS-Adresse, die der Masteradresse des Gerätes plus 1 entspricht. Eine TRM-710/M mit der Masteradresse 0 (Auslieferungszustand) reagiert also demnach auf die MODBUS-Adresse "1".

Die möglichen MODBUS-Kommandos sowie die Register der TRM-710/M sind nachfolgend ausführlich beschrieben.

4.3.1 MODBUS-Protokoll

Die TRM-710 in der Betriebsart "ZZTM" arbeitet als MODBUS-Slave, d.h. das übergeordnete Leitsystem initiiert die gewünschten Datentransfer zur TRM-710 (Abfrage von Stationsdaten, schreiben von Werten in die Stationsregister etc.).

Die TRM-710 reagiert nur auf MODBUS-Anfragen mit der Adresse (Masteradresse +1). Die Kommunikation erfolgt mit dem MODBUS-RTU-Protokoll. Die unterstützten Funktionscodes sind nachfolgend erläutert.

4.3.1.1 Register lesen: Funktionscode 03 (Read Holding Registers)

Mit diesem MODBUS-Befehl werden Daten aus den Registern der TRM-710 bzw. deren Unterstationen gelesen.

Aufforderung (Leitsystem an TRM-300):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	01 (hex)	Adresse des anzusprechenden Gerätes. Besitzt die TRM-710 die Masteradresse 0, so ist sie als MODBUS-Gerät mit der Adresse "1" anzusprechen
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 (TRM-710 an Leitsystem)

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	01 (hex)	Adresse des antwortenden Gerätes.
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)

4.3.1.2 Register schreiben: Funktionscode 16 (Preset Multiple Registers)

Mit diesem MODBUS-Befehl werden Daten in die Register der TRM-710 bzw. deren Unterstationen geschrieben.

Aufforderung (Leitsystem an TRM-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	01 (hex)	Adresse des anzusprechenden Gerätes. Besitzt die TRM-710 die Masteradresse 0, so ist sie als MODBUS-Gerät mit der Adresse "1" anzusprechen
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 (TRM-710 an Leitsystem)

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	01 (hex)	Adresse des antwortenden Gerätes.
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)

4.3.1.3 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 TRM-710):

Datenbyte	Beispiel	Kommentar
Slave-Adresse	01 (hex)	Adresse des anzusprechenden Gerätes. Besitzt die TRM-710 die Masteradresse 0, so ist sie als MODBUS-Gerät mit der Adresse "1" anzusprechen
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 vom TRM-710 an das Leitsystem entspricht exakt dem Aufforderungsdatensatzes.

4.4 Registerstruktur (M-Gerät, Betriebsart "ZZ" und ZZTM)

Auf einige Geräteparameter (Versionsnummer, Sendeleistung, Zeitschlitzzustand, nächster Zeitschlitz, Uhrzeit etc.) kann auch per Register zugegriffen werden.

In der Betriebsart ZZ hat dieser Zugriff im Protokoll MoP zu erfolgen, in welchem auch RTU-700 / 710-Endgeräte angesprochen werden.

In der Betriebsart "ZZTM" erfolgt der Zugriff per MODBUS-RTU-Protokoll. Hierbei antwortet die TRM-710/M auf MODBUS-RTU-Datensätze, die der eigenen Masteradresse +1 entsprechen (Ein Gerät mit der Masteradresse 0 (Auslieferungszustand) antwortet demnach auf MODBUS-Datensätze, die an die Adresse 1 gerichtet sind.

Ab Firmware-Version 4.30 ist der Zugriff auf die Konfigurationsregister einer Unterstation in der Betriebsart "S1U" über Funk per MoP möglich.

Ein solcher Zugriff ist ausschließlich bei Master-Geräten in der Betriebsart "ZZ" und "ZZTM" über die serielle Schnittstelle sowie bei Unterstationen in der Betriebsart "S1U" über Funk möglich!

Alle Geräte können über die serielle Schnittstelle per MoP angesprochen werden, wenn sich diese im Programmiermodus befinden.

Alle Register haben eine Wortbreite von 16 Bit.

Zugriffsarten:

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

Die in der folgenden Tabelle angegebene Registernummer entspricht der tatsächlich im Datentelegramm übertragenen Adresse auf die zugegriffen werden soll.

4.4.1 Register der TRM-710H

Register	Funktion	Bemerkung
906	Geräte-ID	Gibt die ID des Gerätes wieder (R)
907	Firmware	Firmware-Version (R) 0115 _{Hex} entspricht z.B. der Version 01.15
914	Empfangsfeldstärke	Empfangsfeldstärke des zuletzt empfangenen Datensatzes in Prozent (R)
916	Stationsadresse	Logische Adresse des Gerätes (R/W/E)
917	Betriebsart	Bit 9: Wenn gesetzt, dann wird die Funkdatenrate auf 1200bps zurückgesetzt. Wird erst nach Neustart des Gerätes aktiv (Ab Firmwareversion 5.10)
932	Zeichenverzugszeit	Legt die Zeichenverzugszeit für die Protokolle 3964R und ASCII fest. Der hier eingetragene Wert ist *10ms zu nehmen (Default: 22 = 220ms) (R/W/E)
933	Quittungsverzugszeit	Legt die Quittungsverzugszeit für die Protokolle 3964R und ASCII fest. Der hier eingetragene Wert ist *10ms zu nehmen (Default: 100 = 1000ms) (R/W/E)
936	Timeoutzeit MoP-Telegramm bei S1U	Legt die Timeoutzeit für die externe Kommunikation per MoP in der Betriebsart S1U in 25ms-Tics fest
944	Aktuelle Zeitschlitz	Für dieses Gerät konfigurierte Zeitschlitz (R/WP/E)
945	Momentan aktiver Zeitschlitz	Nummer des z.Zt. aktiven Zeitschlitzes. 0=nicht aktiv, FFFFh=Gerät ohne Zeitschlitzbeschränkung (R)
946	Verbleibende Zeit im Zeitschlitz	Verbleibende Zeit bis Zeitschlitzende in 25ms-Tics. 0=kein Zeitschlitz aktiv, FFFFh=Gerät ohne Zeitschlitzbeschränkung (R)
947	Nächster Zeitschlitz	Nummer des nächsten Zeitschlitzes (R)
948	Zeit bis zum nächsten Zeitschlitz	Verbleibende Zeit in 25ms-Tics bis zum nächsten Zeitschlitz (R)
949	DCF-Status	0= DCF nicht synchronisiert, sucht Minutenanfang 1= Minutenanfang erkannt, Decodiervorgang läuft 2= DCF synchron 3= DCF läuft asynchron
950	Anzahl Minuten asynchron	Anzahl in Minuten seit der letzten erfolgreichen Synchronisierung (R)
953	DCF-Zeit 1	Aktuelle DCF-Zeit, JJ/MM (Jahr/Monat)
954	DCF-Zeit 2	Aktuelle DCF-Zeit, TT/hh (Tag/Stunde)
955	DCF-Zeit 3	Aktuelle DCF-Zeit, mm/ss (Minute/Sekunde)

4.4.2 Beschreibung der Registerfunktionen

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

4.4.2.1 Register Stationsadresse

In diesem Register wird die über den DIP-Schalter konfigurierte Geräteadresse wiedergegeben. Die Adresse kann für M-Geräte im Bereich von 0-14, bei U-Geräten im Bereich von 1-239 liegen.

4.4.2.2 Register 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-700 / 710 Baugruppen sind wie folgt:

0021h: TRM-710H/M, Betriebsart ZZ
0022h: TRM-710H/M, Betriebsart ZZT
0023h: TRM-710H/M, Betriebsart ZZTM

0028h: TRM-710H/U, Betriebsart S1U
0029h: TRM-710H/U, Betriebsart S2U
002ah: TRM-710H/U, Betriebsart T1X

4.4.2.3 Register Software-Version

Gibt die Softwareversion des Gerätes wieder. Ein Wert von 0320h bedeutet Softwarestand Version 3.20.

4.4.2.4 Register Feldstärke des letzten Datensatzes

Die Empfangsfeldstärke des zuletzt empfangenen Datensatzes wird hier in Prozent (0-100) wiedergegeben.

4.4.2.5 Register Zeichenverzugszeit

Die Protokolle 3964R und ASCII verwenden die sogenannte Zeichenverzugszeit: Wird diese Zeit zwischen zwei Zeichen des Datensatzes überschritten, so wird der Datensatz entsprechend dem eingestellten Protokoll abgelehnt und verworfen. Der Wert dieses Registers mit 10ms multipliziert ergibt die Zeit. Voreinstellung ist 22, was 220ms entspricht.

4.4.2.6 Register Quittungsverzugszeit

In den Protokollen 3964R und ASCII muß innerhalb dieser Zeit eine Quittierung des Datensatzes erfolgen. Bleibt diese aus, so wird der Datensatz 2 Mal wiederholt. Sternkommandos in der Betriebsart ZZ werden nicht wiederholt ausgesendet. Der Wert dieses Registers mit 10ms multipliziert ergibt die Zeit. Voreinstellung ist 100, was 1000ms entspricht.

4.4.2.7 Timeoutzeit MoP-Telegramm bei S1U

In der Betriebsart "S1U" der Unterstation können Code-60-Telegramme (MoP) über die serielle Schnittstelle ausgegeben und eingelesen werden. In diesem Register wird die Timeoutzeit festgelegt, in der die angeschlossene Peripherie eine Antwort an das TRM-710 gesendet haben muss. Werden innerhalb dieser Zeit keine gültigen Daten an der seriellen Schnittstelle empfangen, so sendet das Modem einen leeren MoP-Datensatz an die Zentrale zurück. Die Einstellung erfolgt in 25ms-Schritten im Bereich von 0-255 (0-6,37s).
Werkseinstellung: 500ms (20)

4.4.2.8 Register Aktuelle Zeitschlitz

Hier sind die für dieses Gerät konfigurierten Zeitschlitz auszulesen. Die unteren 10 Bit entsprechen den Zeitschlitz 1-10 (Bit 0=Zeitschlitz 1). Ein gesetztes Bit bedeutet einen aktiven Zeitschlitz.

4.4.2.9 Register Momentan aktiver Zeitschlitz

Gibt die Nummer des momentan aktiven Zeitschlitzes wieder (1-10). Ein Wert von 0 bedeutet, dass sich das Gerät momentan nicht innerhalb eines konfigurierten Zeitschlitzes befindet. Ein Wert von FFFFh (65535) gibt an, dass sich dieses Gerät nicht im Zeitschlitzmodus befindet (Ausland). In diesem Fall darf immer gesendet werden.

4.4.2.10 Register Verbleibende Zeit im Zeitschlitz

Hier kann die verbleibende Zeit im aktiven Zeitschlitz ausgelesen werden. Der Wert gibt die Restzeit in 25ms-Tics an - ein Wert von 200 entspricht also einer Restzeit von 5 Sekunden. Ein Wert von 0 bedeutet, dass sich das Gerät momentan nicht innerhalb eines konfigurierten Zeitschlitzes befindet. Ein Wert von FFFFh (65535) gibt an, dass sich dieses Gerät nicht im Zeitschlitzmodus befindet (Ausland). In diesem Fall darf immer gesendet werden.

4.4.2.11 Register Nächster Zeitschlitz

Hier steht die Nummer des nächsten aktiven Zeitschlitzes.

4.4.2.12 Register Zeit bis zum nächsten Zeitschlitz

Hier kann die verbleibende Zeit bis zum Anfang des nächsten aktiven Zeitschlitzes ausgelesen werden. Der Wert gibt die Restzeit in 25ms-Tics an - ein Wert von 1400 entspricht also einer Zeit von 35 Sekunden bis zum Beginn des nächsten Zeitschlitzes.

4.4.2.13 Register DCF-Status

In diesem Register befindet sich der aktuelle Status des DCF-Decoders, welcher für die Bereitstellung der Zeitschlitzinformation sorgt. Es sind 4 verschiedene Zustände möglich:

- 0: DCF-Uhr ist nicht aktiv und sucht den nächsten Minutenbeginn
- 1: DCF-Uhr hat den Minutenbeginn entdeckt und mit der Decodierung begonnen
- 2: DCF-Uhr ist einsynchronisiert, Zeitschlitzinformationen werden bereitgestellt. Dies ist die normale Betriebsart
- 3: DCF-Uhr läuft asynchron, das Gerät stellt noch bis zu 70 Stunden nach der letzten Synchronisierung Zeitschlitzinformationen bereit. Nach 70 Stunden ohne eine Synchronisierung wechselt der Status zu 0.

4.4.2.14 Register Anzahl Minuten asynchron

Hier kann die Zeit in Minuten seit der letzten erfolgreichen Synchronisierung der DCF-Uhr abgefragt werden.

4.4.2.15 Register DCF-Zeit 1-3

In jeder Minute, die die DCF-Uhr erfolgreich synchronisieren konnte, stehen in diesen 3 Registern die aktuelle Uhrzeit und das Datum bereit. Mit Hilfe dieser Register kann z.B. die Uhr des Leitsystemes synchronisiert werden.

Die Zeit steht ausschließlich in der einer jeweiligen erfolgreichen Synchronisation folgenden Minute bereit. Wird ein Fehler in der Bitfolge einer Minute entdeckt, so kann in der jeweils darauffolgenden Minute die Zeit nicht ausgelesen werden. In diesem Fall sind alle 3 Register auf 0000h gesetzt.

Alle Werte der DCF-Register liegen dort grundsätzlich im BCD-Format vor. D.h: der Monat 12 im Jahr 01 liegt als 0112h im DCF-Register 1.

DCF-Zeit 1: Jahr und Monat im Format JJMM

DCF-Zeit 2: Tag und Stunde im Format TThh

DCF-Zeit 3: Minute und Sekunde im Format mmss

Beispiel:

DCF-Zeit 1: 0110 h

DCF-Zeit 2: 2916 h

DCF-Zeit 3: 1821 h

Ergibt die Uhrzeit 16:18:21 am 29.10.01

4.4.3 MoP-Protokoll

Der Zugriff auf die Register der TRM-710H/M (ZZ) erfolgt im MoP-Protokoll. Dieses Protokoll wird auch zum Ansprechen der RTU-700 / 710H-Unterstationen verwendet.

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 nachfolgenden Nutzdaten. Im Header enthalten ist der Funktionscode 60h als Kennung für den Protokolltyp, die Empfängeradresse, die Absenderadresse sowie bis zu 2 Funkrelaisadressen.

Um die internen Register einer TRM-710H/M (ZZ) anzusprechen, ist im MoP-Adresskopf der Wert 00 00 00 00 anzugeben.

4.4.3.1 Aufforderungsdatensatz des Leitsystemes

zu einem TRM-710H/M (ZZ) im MoP-Protokoll:

60	00	00	00	00	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

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.

4.4.3.2 Quittungsdatensatz des TRM-710:

E0	00	00	00	00	IR _H	IR _L	IR _X	D1 _H	D1 _L	...	Dn _H	Dn _L
----	----	----	----	----	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----	-----------------	-----------------

E0: Funktionscode: Quittungsdatensatz MoP Protokoll

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.

4.4.3.3 Ansprechen der TRM-710H Register über das MoP-Protokoll (nur möglich bei TRM-710H/M (ZZ))

Durch das Ansprechen über Register können alle Steuerregister einzeln oder zusammen abgefragt werden, und gleichzeitig können andere Register beschrieben werden. Einige Steuerregister können gelesen und beschrieben werden, andere können nur gelesen werden. Die Register beginnen bei Adresse 900.

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

Beispiel: Abfrage von Registern der TRM-710H

Die Geräte-ID und die Softwareversion von der TRM-710H/M (ZZ) sollen aus den Steuerregistern ausgelesen werden. (Lesen ab Register 932 = 03A4h, 2 Register),

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

Quittungstelegramm von der TRM-710H/M (ZZ), es werden die Geräte-ID 0021h und die Firmwareversion 3.20 (0320h) wiedergegeben.

E0	00	00	00	00	03	A4	02	00	21	03	20
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

4.5 Einrichten des DCF-77 Empfängers

Die DCF-77-Antenne wird in die dafür vorgesehene Buchse des TRM-710H/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 Empfangssignales optimal. Wenn die Signalqualität gut ist, fängt die DCF-Syn-LED in der Frontplatte des TRM-710H/M ebenfalls an zu blinken. Dies zeigt an, dass das DCF-77 Signal erkannt wurde und 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 der oder die programmierten Zeitschlitz erreicht sind.

Wird das DCF-Signal gestört oder ist zeitweise nicht verfügbar, kann für ca. 70 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

5 TRM-710H/U Unterstation

5.1 Betriebsart "S1U"

Die TRM-710/U in der Betriebsart S1U bietet in einem Funknetz mit Masterstation in der Betriebsart "ZZ" die Anbindung von Datenerfassungseinrichtungen (SPS, PC etc.) über die serielle Schnittstelle.

Der Austausch der Nutzdaten mit der angeschlossenen Peripherie erfolgt in dem für die jeweilige S1U-Unterstation konfigurierten Schicht-1-Protokoll.

Die TRM-710/S1U kann zusammen mit der weiteren Unterstationen (RTU-700 / 710 etc.) in dem gleichen Funknetz eingesetzt werden. Alle Gerätetypen können auch für andere Unterstationen als Funkrelais arbeiten. Es ist also problemlos möglich, einen Datensatz für eine TRM-710/S1U erst über eine oder zwei RTU-700 / 710 als Funkrelais zu leiten.

5.1.1 Aufbau der Funkdatentelegramme

In den folgenden Beschreibungen wird jeweils die logische Ebene des Datenaufbaus dargestellt, unabhängig vom verwendeten Schicht-1-Protokoll.

5.1.1.1 Datentelegramme von der Zentralstation → Unterstation

Alle Datentelegramme haben den gleichen Aufbau. Als erstes Zeichen wird ein Funktionscode übertragen, der Aufschluß über den weiteren Telegrammaufbau und den Telegramminhalt gibt. Dann folgen 4 Adressbyte, ein Timeoutbyte und n Nutzdatenbytes (je nach Funktionscode).

Aufforderungstelegramm (Zentralstation → Unterstation)

F	(ZB)	A1	A2	A3	A4	T	D1	D2	D3	D4	D5					Dn
---	------	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	--	--	--	--	----

F Der Funktionscode der den Telegrammaufbau und die Telegrammfunktion definiert

(ZB) Das Zeitbyte, welches von einer Masterstation ZZ selbsttätig generiert wird. Es darf nicht vom Leitsystem mitübertragen werden!

A1 A4 Sind die Ziel-, Funk-Relais-, und Absenderadresse,

T Timeoutbyte, falls Daten von der TRM-710/S1U eingelesen werden

D1 Dn sind (optionale) Nutzdaten oder Steuerdaten

5.1.1.2 Quittungstelegramme von den Unterstationen → Zentralstation

Die Unterstationen antworten grundsätzlich mit einem Quittungsdatentelegramm auf alle Datensätze, die an sie adressiert wurden. Dabei wird dem empfangenen Funktionscode das Quittungsbit (oberste Bit) log "1" zugefügt und somit der Quittungsfunktionscode generiert.

Beispiel:

Auf den Funktionscode 31(hex) antwortet die TRM-710/S1U mit dem Funktionscode B1 (hex)

Quittungstelegramm (Unterstation → Zentralstation)

Q	(ZB)	A1	A2	A3	A4	RZ	D1	D2	D3	D4	D5					Dn
---	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	--	--	--	--	----

Q Funktionscode: Quittungstelegramm

(ZB) Das Zeitbyte, welches von einer Masterstation ZZ ausgefiltert wird. Es wird dem Leitsystem nicht mitübertragen!

A1 A4 Sind die Ziel-, Funk-Relais-, und Absenderadresse,

RZ Record-Zähler

D1 Dn sind (optionale) Nutzdaten, die von den Unterstationen zurückgemeldet werden

5.1.1.3 Funktionscodes für die TRM-710/S1U

F (hex)	Bedeutung
31	<p>Daten zur TRM-710/S1U senden und von dieser einlesen.</p> <p>Die im Aufforderungsdatensatz mitgelieferten Daten werden an der Schnittstelle der TRM-710/S1U in deren konfiguriertem Schicht-1-Protokoll ausgegeben. Ist das Timeoutbyte > 0, so wartet die TRM-710/S1U die eingestellte Timeoutzeit (T*25ms) lang darauf, ob sie an der Schnittstelle Daten zur Rücksendung erhält. Ist dies der Fall, so werden diese zusammen mit dem Quittungstelegramm zur Zentrale zurückgesendet. Der Record-Zähler ist dann 1.</p> <p>Enthält das Quittungstelegramm keine Rücksendedaten, so ist der Record-Zähler 0.</p>
32	<p>Daten von der TRM-710/S1U einlesen</p> <p>Nach Erhalt eines Aufforderungsdatensatzes mit diesem Funktionscode ist die TRM-710/S1U die eingestellte Timeoutzeit lang bereit, Daten im konfigurierten Schicht-1-Protokoll an ihrer Schnittstelle entgegenzunehmen. Diese werden dann zur Zentrale zurückgesendet, der Record-Zähler wird um 1 erhöht. Werden keine Daten empfangen, so wird der Quittungsdatensatz ohne Nutzdaten und mit Record-Zähler = 0 zurückgesendet.</p>
33	<p>Letzten Datenblock erneut senden</p> <p>Die TRM-710/S1U kann mit diesem Funktionscode den letzten eingelesenen Datensatz erneut senden. Dies ist u.U. erforderlich, wenn die Daten von der Peripherie zwar eingelesen wurden, aber nicht mehr zur Zentrale gesendet werden konnten, da der Zeitschlitz abgelaufen war. Es findet hierbei kein Einlesevorgang an der Schnittstelle der TRM-710/S1U statt, der Record-Zähler bleibt unverändert.</p>
B1	Quittungscode zum Funktionscode 31
B2	Quittungscode zum Funktionscode 32
B3	Quittungscode zum Funktionscode 33

5.1.1.4 Adressblock: (Relaisbetrieb)

Der Adressblock besteht aus 4 Byte (je 8 Bit) und enthält Ziel- und Quelladresse sowie evtl. die Adressen von Funk-Relaisstationen. Er hat folgenden Aufbau:

A1	A2	A3	A4
----	----	----	----

Das Adressbyte A1 enthält immer die Adresse der Funkstation, die den Datensatz als nächstes bearbeiten soll. Folgt dann A2=00 (hex), so ist A1 bereits die Zieladresse. Folgt ein weiteres Byte ungleich 00 (hex), so wurde die Station deren Adresse in A1 übertragen wurde als Funkrelais adressiert. Dann wird der 4 Byte-Datensatz „ linksgerollt “ und wieder ausgesendet:

A2	A3	A4	A1
----	----	----	----

Das 4. Byte muß deshalb immer als Endekennung 0x00 (Absenderadresse der Zentralstation) enthalten.

Beispiel 1 (Datensatz ohne Relaisstation):

Ein Datensatz soll von der Zentrale aus an die Unterstation mit der Adresse 35 (hex) gesendet werden:

Zentrale:

F	35	00	00	00			
---	----	----	----	----	--	--	--

Darauf quittiert die Unterstation:

Station 35:

Q	00	35	00	00			
---	----	----	----	----	--	--	--

Beispiel 2 (Datensatz mit Relaisstationen):

Ein Datensatz soll von der Zentrale aus über die Funkrelais 12 und 13 an die Zieladresse 55 gesendet werden:

Zentrale:

F	12	13	55	00			
---	----	----	----	----	--	--	--

Der Datensatz wird von Stationen 12 empfangen, „gerollt“ und dann wie folgt wieder ausgesendet:

Station 12:

F	13	55	00	12			
---	----	----	----	----	--	--	--

Der Datensatz wird von Station 13 empfangen, „gerollt“ und dann wie folgt wieder ausgesendet:

Station 13:

F	55	00	12	13			
---	----	----	----	----	--	--	--

Dieser Datensatz wird jetzt von der Station 55 empfangen, und, da als nächstes Byte 00 folgt, ist 55 (hex) auch die Adresse der Zielstation. Wird nun als Funktionscode „Quittung“ eingetragen, so wird der Adressblock beim Zurücksenden nicht links- sondern rechtsgerollt und somit auf dem gleichen Wege zur Zentralstation zurückgesendet:

Station 55 (hex) sendet an Station 13 (hex):

Station 55:

Q	13	55	00	12			
---	----	----	----	----	--	--	--

Station 13 (hex) sendet an Station 12 (hex):

Station 13:

Q	12	13	55	00			
---	----	----	----	----	--	--	--

Station 12 (hex) sendet an die Zentral-Station 00 (hex):

Station 12:

Q	00	12	13	55			
---	----	----	----	----	--	--	--

Der von Station 12 gesendete Datensatz wird dann vom Zentralfunkmodem an der seriellen Schnittstelle im oben dargestellten Format ausgegeben.

5.1.1.5 Timeoutbyte T (Zentralstation → Feldstation)

Im Timeoutbyte wird die Zeit festgelegt, die eine TRM-710/S1U auf eine Dateneingabe an ihrer Schnittstelle wartet. Die Zeit wird in 25ms-Schritten angegeben, d.h. ein Timeoutbytewert von dezimal 20 entspricht einer Zeit von 500 ms.

5.1.1.6 Record-Zähler RZ (Feldstation → Zentralstation)

Der Record-Zähler gibt die Nummer des von der TRM-710/S1U an die Zentrale übermittelten Datensatzes wieder. Er ist insbesondere bei der Übermittlung von Daten von Bedeutung, die in mehreren Blöcken übertragen werden müssen. An Hand des Record-Zählers kann so festgestellt werden, ob die Daten vollständig übermittelt wurden.

Der Record-Zähler wird bei jeder Datenausgabe (Funktionscode 31) der TRM-710/S1U gelöscht. Jeder Datenblock, der an der seriellen Schnittstelle der TRM-710/S1U eingelesen wird, erhöht den Record-Zähler um 1

5.1.2 Beschreibung der Funktionscodes

Nachfolgend sind die möglichen Funktionscodes beschrieben, mit denen die Kommunikation mit der TRM-710/S1U stattfindet. Das Protokoll zur Ansteuerung der Zentralstation entnehmen Sie bitte der technischen Dokumentation zu diesem Gerät.

5.1.2.1 Daten zur TRM-710/S1U senden und von dieser einlesen (F=31 hex)

Aufforderungsdatensatz:

31	(ZB)	A1	A2	A3	A4	T	D1	D2	D3	D4	D5				Dn
----	------	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	--	--	--	----

- 31 Der Funktionscode der den Telegrammaufbau und die Telegrammfunktion definiert
- (ZB) Das Zeitbyte, welches von einer Masterstation ZZ selbsttätig generiert wird. Es darf nicht vom Leitsystem mitübertragen werden!
- A1 A4 Sind die Ziel-, Funk-Relais-, und Absenderadresse,
- T Timeoutbyte. Ist T=0, dann werden nur die Daten an der Schnittstelle ausgegeben, keine Daten eingelesen und sofort eine Quittung zurückgesendet (Nur-Ausgabe).
Ist T>0, so wartet die TRM-710/S1U die entsprechende Zeit (siehe Beschreibung Timeoutbyte) auf Daten an ihrer Schnittstelle und sendet diese mit dem Quittungstelegramm zur Zentrale.
- D1 Dn sind (optionale) Nutzdaten oder Steuerdaten (maximal 512 Byte)

Die Datenbyte werden nach dem Empfang dieses Datensatzes an der seriellen Schnittstelle der betreffenden TRM-710/S1U ausgegeben.

Ist das Timeoutbyte=0, so wird sofort ein Quittungsdatsatz ohne Nutzdaten und mit "00" im Record-Zähler zurückgesendet.

Steht im Timeoutbyte ein Wert>0, so verhält sich die TRM-710/S1U so, als ob sie mit dem Funktionscode 32 zum Einlesen von Daten aufgefordert worden wäre. D.h: CTS wird für die im Timeoutbyte festgelegte Dauer freigegeben. Empfängt die TRM-710/S1U innerhalb dieser Zeit Daten im konfigurierten Schicht-1-Protokoll an der Schnittstelle, so werden die Daten als Nutzdaten an das Quittungstelegramm gehängt und zur Zentralstation gesendet. Der Record-Zähler RZ ist in diesem Fall 1.

Quittung von der TRM-710/S1U:

B1	(ZB)	A1	A2	A3	A4	RZ	D1	D2	D3	D4	D5				Dn
----	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	--	--	--	----

- B1 Der Quittungscode
- (ZB) Das Zeitbyte, welches von einer Masterstation ZZ ausgefiltert wird. Es wird dem Leitsystem nicht mitübertragen!
- A1 A4 Adressblock des Quittungstelegrammes
- RZ Record-Zähler. Werden während der Timeoutzeit keine Daten an der Schnittstelle der TRM-710/S1U entdeckt, so ist dieser Wert 00
Beinhaltet das Quittungstelegramm Nutzdaten, so ist der Recordzähler 1.
- D1 Dn sind die eingelesenen Nutzdaten (sofern vorhanden, maximal 512 Byte)

5.1.2.2 Daten von der TRM-710/S1U lesen (F=32 hex)

Aufforderungsdatensatz:

32	(ZB)	A1	A2	A3	A4	T
----	------	----	----	----	----	---

- 32 Der Funktionscode der den Telegrammaufbau und die Telegrammfunktion definiert
- (ZB) Das Zeitbyte, welches von einer Masterstation ZZ selbsttätig generiert wird. Es darf nicht vom Leitsystem mitübertragen werden!
- A1 A4 Sind die Ziel-, Funk-Relais-, und Absenderadresse,
- T Timeoutbyte

Nach dem Empfang eines solchen Aufforderungstelegrammes aktiviert die TRM-710/S1U ihre CTS-Leitung und signalisiert somit die Bereitschaft, Daten aufzunehmen. Laufen innerhalb der übermittelten Timeoutzeit keine Daten ein, so wird CTS wieder gesperrt und ein leerer Quittungsblock (ohne die Datenbyte) zurückgesendet.

Werden der TRM-710/S1U innerhalb der Timeoutzeit Daten im konfigurierten Schicht-1-Protokoll über die Schnittstelle übermittelt, so wird der Quittungsblock inklusive der eingelesenen Datenbytes an die Zentralstation gesendet.

Quittung von der TRM-710/S1U:

B2	(ZB)	A1	A2	A3	A4	RZ	D1	D2	D3	D4	D5					Dn
----	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	--	--	--	--	----

- B2 Der Quittungscode
- (ZB) Das Zeitbyte, welches von einer Masterstation ZZ ausgefiltert wird. Es wird dem Leitsystem nicht mitübertragen!
- A1 A4 Adressblock des Quittungstelegrammes
- RZ Record-Zähler. Werden während der Timeoutzeit keine Daten an der Schnittstelle der TRM-710/S1U entdeckt, so ist dieser Wert 00
- D1 Dn sind die eingelesenen Nutzdaten (sofern vorhanden, maximal 64 Byte)

Der Record-Zähler wird bei jedem neuen Datenblock, der Nutzdaten enthält, um 1 weitergezählt.

5.1.2.3 Letzten Datenblock noch einmal anfordern (F=33 hex)

Aufforderungsdatensatz:

33	(ZB)	A1	A2	A3	A4	00
----	------	----	----	----	----	----

- 33 Der Funktionscode der den Telegrammaufbau und die Telegrammfunktion definiert
- (ZB) Das Zeitbyte, welches von einer Masterstation ZZ selbsttätig generiert wird. Es darf nicht vom Leitsystem mitübertragen werden!
- A1 A4 Sind die Ziel-, Funk-Relais-, und Absenderadresse,

Quittung von der TRM-710/S1U:

B3	(ZB)	A1	A2	A3	A4	RZ	D1	D2	D3	D4	D5				Dn
----	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	--	--	--	----

- B3 Der Quittungscode
- (ZB) Das Zeitbyte, welches von einer Masterstation ZZ ausgefiltert wird. Es wird dem Leitsystem nicht mitübertragen!
- A1 A4 Adressblock des Quittungstelegrammes
- RZ Record-Zähler. Dieser entspricht dem letzten Wert, der mit einem gültigen Datensatz von der TRM-710/S1U gesendet wurde. Sind keine Nutzdaten mehr im Speicher, so ist dieser Wert 00 und es werden keine Nutzdaten angehängt.
- D1 Dn sind die Nutzdaten (sofern vorhanden)

Mit diesem Funktionscode werden die zuletzt eingelesenen Daten erneut angefordert. Dies kann z.B. nötig sein, wenn der Datenblock nicht mehr empfangen wurde, da der Zeitschlitz zu Ende war. Der Record-Zähler wird hierbei nicht weitergezählt, es werden auch keine Daten an der Schnittstelle der TRM-710/S1U eingelesen.

5.1.3 Beispiel:

In diesem Beispiel soll der Datensatz "TEST" mit abschließendem Carriage Return an der Schnittstelle einer TRM-710/S1U ausgegeben werden. Ein an der TRM-710/S1U angeschlossenes Gerät soll nach dem Empfang dieser Daten ein "HALLO" zurücksenden können. Die TRM-710/S1U hat in dem Beispiel die Stationsadresse 1. Die ZZ hat das Schicht-1-Protokoll "ASCII", die S1U das Protokoll "Timeout".

5.1.3.1 Einleiten der Datenübertragung

vom Leitsystem zur Zentralstation

Die zu übertragenden Daten müssen bei der Übermittlung vom Leitsystem zur Zentralstation in dem entsprechenden Schicht-1-Protokoll übertragen werden. In diesem Beispiel verwendet die Zentralstation hierzu das ASCII-Protokoll. Auf der physikalischen Ebene verlangt die Zentralstation den Rahmen STX Daten...Daten ETX LRC. Die Daten in diesem Rahmen beinhalten auf logischer Ebene den Header mit dem Funktionscode, Adressblock etc. sowie die zu übermittelnden Nutzdaten. Die gesamte Kommunikation auf logischer Ebene findet ausschließlich im ASCII-Format statt, d.h. ein zu übermittelndes Byte FF_{Hex} ist als 2-Byte-Folge "F" "F" zu übertragen. Die Kommunikation ist in dem Abschnitt "Schicht-1-Protokolle" ausführlich dargestellt.

Der Datensatz "TEST" mit anschließendem Carriage Return wäre also in Hexadezimal: 54_h 45_h 53_h 54_h 0D_h

Kommunikation Leitsystem → Zentralstation:

33 _h	31 _h	30 _h	31 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h
31		01		00		00		00		00	
35 _h	34 _h	34 _h	35 _h	35 _h	33 _h	35 _h	34 _h	30 _h	44 _h		
54		45		53		54		0D			

Das Datentelegramm wird jetzt über Funk an die TRM-710/S1U gesendet, vorausgesetzt, dass der Zeitschlitz gerade aktiv ist.

5.1.3.2 Ausgabe der Daten an der TRM-710/S1U

zum angeschlossenen Gerät

Nachdem dieser Datensatz von der TRM-710/S1U empfangen wurde, werden folgende Daten an der seriellen Schnittstelle der TRM-710/S1U ausgegeben:

Kommunikation TRM-710/S1U → Peripherie (Schicht-1: Timeout)

54 _h	45 _h	53 _h	54 _h	0D _h
"T"	"E"	"S"	"T"	CR

5.1.3.3 TRM-710/S1U auffordern, Daten entgegenzunehmen

In unserem Beispiel wollen wir dem Gerät, welches an der TRM-710/S1U angeschlossen ist und soeben den Datensatz "TEST" empfangen hat, die Möglichkeit geben, selber "HALLO" an die Zentrale zurückzusenden. Dazu muß die Zentralstation die TRM-710/S1U auffordern, Daten einzulesen und zur Zentrale zurückzusenden. Den Timeout setzen wir in unserem Beispiel auf 250 ms (Timeoutbyte auf 0A_h).

Kommunikation Leitsystem → Zentralstation

33 _h	32 _h	30 _h	31 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	41 _h
32		01		00		00		00		00	0A

5.1.3.4 Daten an der TRM-710/S1U einlesen:

Nachdem der unter 1.3 abgesendete Datensatz von der TRM-710/S1U empfangen wurde, wird CTS für die Timeoutzeit (250ms) aktiviert und so der angeschlossenen Peripherie signalisiert, dass die TRM-710/S1U nun bereit ist, Daten aufzunehmen. Innerhalb dieser 250ms muss das angeschlossene Gerät daher beginnen, seine Daten (hier: "HALLO") an die TRM-710/S1U zu übermitteln.

Kommunikation Peripherie → TRM-710/S1U:

48 _h	41 _h	4C _h	4C _h	4F _h	Pause
"H"	"A"	"L"	"L"	"O"	>10Zeichen

Die Pause von mindestens 10 Zeichenlängen signalisiert im Schicht-1-Protokoll "Timeout" das Ende der Datenübertragung und führt zu einem Absenden der Daten. Auf diese Weise wird ermöglicht, die Daten vollkommen transparent einzulesen. Somit können alle Werte zwischen 00_h und FF_h übermittelt werden.

Der oben eingelesene Datensatz wird jetzt von der TRM-710/S1U in einen Funkrahmen eingebettet und an die Zentralstation zurückgesendet.

5.1.3.5 Übermittlung der Daten an das Leitsystem

Nachdem die Daten über Funk von der Zentralstation empfangen wurden, werden die Daten ebenfalls im ASCII-Format an das Leitsystem ausgegeben. Der Text "HALLO" (48_h 41_h 4C_h 4C_h 4F_h) wird also wie folgt an der Schnittstelle der Zentralstation gesendet:

Kommunikation Zentralstation → Leitsystem

42 _h	32 _h	30 _h	30 _h	30 _h	31 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	30 _h	31 _h
B2		00		01		00		00		00	01
34 _h	38 _h	34 _h	31 _h	34 _h	43 _h	34 _h	43 _h	34 _h	46 _h		
48		41		4C		4C		4F			

5.1.3.6 Vereinfachung

Die Schritte 4.3 und 4.4 (Aufforderung zum Einlesen und Senden von Daten an der seriellen Schnittstelle der TRM-710/S1U) wurden hier zur Verdeutlichung gesondert aufgeführt. In der Praxis können diese Schritte direkt mit dem Funktionscode 31 (Schritt 4.1) ausgeführt werden, in dem einfach dort das Timeoutbyte auf einen Wert > 0 gesetzt wird. Dies führt dazu, dass die TRM-710/S1U nach der Ausgabe der Daten direkt in Empfangsbereitschaft geht und innerhalb der Timeoutzeit empfangene Daten direkt mit dem Quittungscode B1 zurücksendet (in diesem Fall ist der Record-Zähler 1).

5.1.4 Zusammenfassung

Im Großen und Ganzen gliedert sich die Kommunikation zwischen der Zentralstation und TRM-710/S1U in 3 Schritte:

5.1.4.1 Übermittlung von Daten an die TRM-710/S1U

Die Daten werden der Zentralstation mit dem Funktionscode 31 übergeben und dann per Funk an die TRM-710/S1U gesendet. Dort werden die Daten an der seriellen Schnittstelle mit den Kommunikationsparametern und Schicht-1-Protokoll ausgegeben. Hierbei wird ein interner Datenblockzähler (Record) auf Null gesetzt.

Wird das Timeoutbyte hierbei auf einen Wert >0 gesetzt, so geht die Schnittstelle des TRM-710/S1U direkt nach der Ausgabe der Daten in die Empfangsbereitschaft und kann Daten aufnehmen. Diese werden dann zur Zentralstation zurückgesendet. In diesem Fall beinhaltet die Übermittlung der Daten mit dem Funktionscode 31 auch gleich das nötige Einlesen der Daten der Peripherie, wie unter 5.1.4.3 beschrieben.

5.1.4.2 Einlesen von Daten an der TRM-710/S1U und Senden an die Zentrale

Durch Senden eines Datentelegrammes mit dem Funktionscode 32 wird die TRM-710/S1U für eine bestimmte Zeit t in den Empfangszustand versetzt. Sie aktiviert die CTS-Leitung und signalisiert somit einem angeschlossenen Gerät Ihre Bereitschaft, Daten entgegenzunehmen. Die Zeit t ist in 25ms-Schritten von der Zentrale aus einzustellen.

Werden innerhalb dieser Zeit keine Daten an die TRM-710/S1U geschickt, so wird die CTS-Leitung wieder deaktiviert und ein leerer Quittungsdatensatz an die Zentralstation zurückgeschickt. D.h. es wird an der Zentralstation ein Datensatz mit dem Funktionscode der Quittung, dem Adressfeld und einer "0" als Record-Zähler ausgegeben, es folgen keine weitere Daten.

Wird innerhalb dieser Zeit ein Datensatz an die TRM-710/S1U übermittelt, so deaktiviert die TRM-710/S1U die CTS-Leitung und übermittelt den Datensatz an die Zentralstation.

Bei jedem neuen Datensatz, der mit dem Funktionscode 32 angefordert wird, wird der Datenblockzähler (Record) um 1 erhöht. Somit kann die Zentralstation die korrekte Reihenfolge der Telegramme erkennen, wenn Daten in mehreren Blöcken angefordert werden.

Die Einlesefunktion kann auch gleich mit dem Funktionscode 31 (Datenausgabe) aktiviert werden, indem das Timeoutbyte dort auf einen Wert >0 gesetzt wird.

5.1.4.3 Erneute Übermittlung des letzten Datensatzes

Unter Umständen kann ein Datensatz, den die TRM-710/S1U eingelesen hat, auf dem Weg zur Zentralstation verloren gehen. Dies kann z.B. durch eine Funkstörung [oder das Ende des Zeitschlitzes](#) geschehen. Die Zentralstation merkt dies, indem keine Quittung von der TRM-710/S1U empfangen wird.

Damit die bereits in die TRM-710/S1U eingelesenen Daten nicht verloren gehen, kann der Rechner über die Zentralstation mit dem Funktionscode 33 den letzten eingelesenen Datenblock erneut anfordern. Der Record-Zähler wird hierbei nicht erhöht, es findet auch kein erneutes Einlesen der Daten von der Peripherie statt. Die TRM-710/S1U merkt sich jeden eingelesenen Datenblock so lange, bis explizit neue Daten eingelesen werden sollen oder erneut Ausgabedaten von der Zentralstation an die TRM-710/S1U gesendet werden.

5.1.5 MoP in der S1U-Betriebsart (ab Firmware 4.30)

Ab Firmwarestand 4.30 unterstützt die TRM-710 in der Betriebsart S1U das Ansprechen des Gerätes über MoP (Funktionscode 60). Hierbei wird über den adressierten Registerbereich unterschieden, ob die internen Konfigurationsregister des TRM-710 angesprochen werden, oder ob eine Kommunikation mit der externen Peripherie über die serielle Schnittstelle erfolgt.

5.1.5.1 Ansprechen der internen Konfigurationsregister

Sobald das erste zu lesende Register **oder** das erste zu schreibende Register im MoP-Telegramm die Adresse 899 übersteigt, wird der MoP-Datensatz intern abgearbeitet und direkt von der TRM-710 beantwortet. Somit ist ein Zugriff auf die Konfigurationsregister der TRM-710 möglich.

Die internen Konfigurationsregister sowie der Aufbau der MoP-Telegramme sind im Kapitel über die TRM-710-Masterstation dokumentiert. An dieser Stelle sei für eine weiterführende Dokumentation dorthin verwiesen.

5.1.5.2 Externe Kommunikation über MoP-Telegramme (Code 60)

Empfängt die TRM-710 in der Betriebsart S1U ein MoP-Telegramm mit Funktionscode 0x60, welches an sie adressiert ist und welches sowohl für den Schreibzugriff als auch für den Lesezugriff Register kleiner als 900 anspricht, so findet eine Kommunikation über die serielle Schnittstelle statt. Auf diese Weise können über den Funktionscode 60 Geräte an der seriellen Schnittstelle angesprochen werden.

Das MoP-Telegramm wird nach dessen Empfang ohne den Header auf der seriellen Schnittstelle ausgegeben, d.h. der Funktionscode und der Adressblock entfallen hier.

Beispiel:

Nachfolgende Datensatzstruktur spricht die Unterstation mit der Adresse 1 an und wird über Funk von der Zentrale aus gesendet:

60	01	00	00	00	IR _H	IR _L	IR _X
----	----	----	----	----	-----------------	-----------------	-----------------

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

... daraufhin gibt die TRM-710/S1U mit der Adresse 1 an ihrer seriellen Schnittstelle folgende Nutzdaten im eingestellten Schicht-1-Protokoll aus:

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

Nach der Ausgabe der Daten an der seriellen Schnittstelle wartet die Unterstation die in Register 936 festgelegte Zeit (Werkseinstellung 20 = 500ms) auf eine Antwort, welche ebenfalls im eingestellten Schicht-1-Protokoll erfolgen muss. Die Antwort besteht nach MoP-Spezifikation aus der Adresse des ersten zu lesenden Registers, der Anzahl der Register und nachfolgend die ausgelesenen Daten der Register:

IR _H	IR _L	IR _X	D1 _H	D1 _L	...	Dn _H	Dn _L
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----	-----------------	-----------------

Diese Daten werden von der Unterstation nun wieder mit Quittungsheader an die Zentrale zurückgesendet und dort also wie folgt ausgegeben:

E0	00	01	00	00	IR _H	IR _L	IR _X	D1 _H	D1 _L	Dn _H	Dn _L
----	----	----	----	----	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------	-----------------	-----------------

Erfolgt innerhalb der Timeoutzeit keine Datenübermittlung von der Peripherie an die TRM-710-Unterstation, so sendet diese ein leeres Datentelegramm ohne Nutzdateninhalt zurück an die Zentrale, in diesem Fall wird also dort folgendes Quittungstelegramm ausgegeben:

E0	00	01	00	00
----	----	----	----	----

5.2 Betriebsart S2U

Die TRM-710/U in der Betriebsart S2U bietet in einem Funknetz mit Masterstation in der Betriebsart "ZZT" die Anbindung von Datenerfassungseinrichtungen (SPS, PC etc.) über die serielle Schnittstelle.

Hierbei wird eine transparente Datenübertragung zur Verfügung gestellt: Im Gegensatz zu ZZ/S1U-Funknetzen müssen keine speziellen Kopf- und Adressdaten übermittelt werden. Die im entsprechenden Schicht-1-Protokoll an die ZZT übergebenen Daten werden über Funk an alle S2U-Unterstationen mit der gleichen Familienadresse gesendet und dort - ebenfalls gemäß des dort konfigurierten Schicht-1-Protokolls - ausgegeben.

Der Austausch der Nutzdaten mit der angeschlossenen Peripherie erfolgt in dem für die jeweilige S2U-Unterstation konfigurierten Schicht-1-Protokoll.

Die ZZT besitzt eine 4-Bit-Adresse, welche im Bereich von 0-14 einstellbar ist. Diese Adresse wirkt als eine Art "Familiename" auf die S2U-Unterstationen. Die S2U-Unterstationen müssen eine um 1 höhere Adresse als die Zentrale besitzen. Ist die Zentrale beispielsweise auf die Adresse "0" eingestellt, so müssen die ihr zugeordneten S2U auf Adresse "1" konfiguriert werden. Arbeiten mehrere ZZ oder ZZT mit gleicher Kundenadresse auf der gleichen Frequenz in einem Umfeld, wo eine ZZ oder ZZT fremde Unterstationen empfangen kann, so sollte man jeder ZZ und ZZT eine eigene Adresse geben. Dadurch wird ausgeschlossen, dass eine ZZ das Datentelegramm einer Unterstation beispielsweise der Nachbargemeinde ausgibt. Auch sollte eine Unterstationsadresse (bzw. Familienadresse) pro Kunde und Frequenz in einem Funkversorgungsradius nur einmal vergeben werden, auch wenn es sich um unterschiedliche Netze handelt.

Geräte des Typs FMC-V24/ZZT und TRM-710H/ZZT mit Softwarestand vor 3.10 nehmen keine Adressierung vor und übertragen die Adresse "0" zu den Slaves. Um mit diesen Zentralen kompatibel zu sein, kann eine TRM-710H/U in der Betriebsart "S2U" ab Firmwareversion 3.80 auch als Slave die Adresse "0" erhalten. Ein Betrieb von Slaveadressen "0" in neueren ZZT-Netzen ist nicht möglich.

Jeder Kunde erhält eine eigene Kundenadresse, die übergeordnet wirkt. Es ist daher nicht möglich, dass gleichartige Systeme anderer Kunden vom eigenen System Daten empfangen oder senden können.

Eine detaillierte Beschreibung des Kommunikationsablaufes in ZZT/S2U-Netzen ist im Abschnitt "Masterstationen / Betriebsart ZZT" dieser Dokumentation zu finden. Auf eine Wiederholung an dieser Stelle wird daher verzichtet.

5.3 Betriebsart T1X

Diese Betriebsart kommt ohne speziellen Master aus. Jede T1X-Unterstation kann zu jeder beliebigen Zeit Daten an ihrer Schnittstelle annehmen und senden. Diese Daten werden von allen anderen TRM-710H/U T1X mit der gleichen Kundenadresse und auf der gleichen Frequenz empfangen und ausgegeben. Es existiert keine Adressierungsmöglichkeit oder Familienadressen - die Adressierung ist innerhalb der übertragenen Nutzdaten vom Anwender vorzunehmen. **Auch eine Zeitschlitzkontrolle oder die Verwendung von Funkrelais ist nicht möglich.**

Aus diesen Gründen darf die Betriebsart T1X auf Frequenzen des nicht-öffentlichen Datenfunks (Zeitschlitzverfahren) nur dann verwendet werden, wenn eine externe Logik an jeder TRM-710H/T1X die Einhaltung des Zeitschlitzes gewährleistet!

6 Konfiguration und Anschluss

6.1 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 Betriebsfrequenz eingestellt, solange dies auf den entsprechenden Frequenzband zulässig ist. Der DIP-Schalter 8 ist für den Programmiermodus vorgesehen.

DIP-Schalter							
1	2	3	4	5	6	7	8
F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	P

Betriebsfrequenzeinstellung							
1	2	3	4	5	6	7	DIP-Schalter
F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Funkkanal
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

Aus dieser Tabelle ergeben sich maximal 128 mögliche Funkkanäle. Auf den meisten Frequenzbändern sind nicht so viele Frequenzen erlaubt, daher ist die einstellbare Anzahl Funkkanäle auf den zugelassenen Bereich beschränkt und frequenzbandabhängig.

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.

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

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

Luxemburg High-Power	
Kennzeichnung: L	
Funkkanal	Frequenz (MHz)
0	443,5875
1	443,6000
2	443,6125

Irland	
Kennzeichnung: IR	
Funkkanal	Frequenz (MHz)
0	446,00625
1	446,01875
2	446,03125
3	446,04375
4	446,05625
5	446,06875
6	446,08125
7	446,09375

Südafrika	
Kennzeichnung: SA	
Funkkanal	Frequenz
0	453,2125
1	453,2250
2	453,2375
3	453,2500
4	453,2625
5	453,2750
6	453,2875
7	453,3000
8	453,3125
9	453,3250
10	453,3375
11	453,3500
12	453,3625
13	453,3750
14	453,3875
15	453,4000
16	453,4125
17	453,4250
18	453,4375
19	453,4500
20	453,4625
21	453,4750
22	453,4875
23	453,5000
24	453,5125
25	453,5250
26	453,5375
27	453,5500
28	453,5625
29	453,5750
30	453,5875
31	453,6000

Südafrika – Fortsetzung	
Kennzeichnung: SA	
Funkkanal	Frequenz
32	453,6125
33	453,6250
34	453,6375
35	453,6500
36	453,6625
37	453,6750
38	453,6875
39	453,7000
40	453,7125
41	453,7250
42	453,7375
43	453,7500
44	453,7625
45	453,7750
46	453,7875
47	453,8000
48	453,8125
49	453,8250
50	453,8375
51	453,8500
52	453,8625
53	453,8750
54	453,8875
55	453,9000
56	453,9125
57	453,9250
58	453,9375
59	453,9500
60	453,9625
61	453,9750
62	453,9875
63	454,0000

6.2 Programmiermodus starten

Um in den Programmiermodus zu gelangen, ist das TRM-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.

Die TRM-710 kann, wenn Sie sich im Programmiermodus befindet, über die serielle Schnittstelle per MoP angesprochen und konfiguriert werden. Die Schnittstellengeschwindigkeit ist hier immer auf 9600bps 8N1 eingestellt. Diese Parameter sind im Programmiermodus unabhängig von den eigentlich eingestellten Schnittstellenparametern. Für den Zugriff sind alle Adressbytes im MoP-Telegramm auf den Wert 0 zu setzen.

6.3 Sendeleistung programmieren

Die Geräte verfügen über 16 einstellbare Sendeleistungen. Das TRM-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>I</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 1-3 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.

6.4 Schnittstellenparameter programmieren

In dieser Ebene können die Geschwindigkeit und die Parameter der seriellen Schnittstelle konfiguriert werden. Das TRM-710 muß sich im Programmiermodus befinden.

DIP-Schalter							
1	2	3	4	5	6	7	8
BR0	BR1	PE	PS	DL	1	0	1

Schnittstellenparameter					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>DIP-Schalter</i>
BR0	BR1	PE	PS	DL	Einstellung
0	0	x	x	x	2400 bps
1	0	x	x	x	4800 bps
0	1	x	x	x	9600 bps
1	1	x	x	x	19200 bps
x	x	0	x	x	8 Datenbit, No Parity
x	x	1	0	0	7 Datenbit, Even parity
x	x	1	1	0	7 Datenbit, Odd parity
x	x	1	0	1	8 Datenbit, Even Parity
x	x	1	1	1	8 Datenbit, Odd Parity

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.

6.5 Betriebsart und Schicht-1-Protokoll einstellen

Die Betriebsart der TRM-710 (ZZ oder ZZT bei Mastergeräten bzw. S1U, S2U oder T1X bei Slavegeräten) und das Schicht-1-Protokoll (3964R, ASCII oder Timeout) werden in der Ebene 3 konfiguriert.

DIP-Schalter							
1	2	3	4	5	6	7	8
P0	P1	P2	B0	B1	0	1	1

Schicht-1-Protokoll			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>DIP-Schalter</i>
P0	P1	P2	Einstellung
0	0	0	3964R
1	0	0	ASCII
0	1	0	Timeout
1	1	0	Timeout mit RTS
0	0	1	Timeout mit XON/XOFF (ab FW 5.02)

Betriebsart, TRM-710H/M		
<i>4</i>	<i>5</i>	<i>DIP-Schalter</i>
B0	B1	Einstellung
0	0	ZZ
1	0	ZZT
0	1	ZZ, alt-kompatibel (*Z1 statt *Zs1)
1	1	ZZTM

Betriebsart, TRM-710H/U		
<i>4</i>	<i>5</i>	<i>DIP-Schalter</i>
B0	B1	Einstellung
0	0	S1U
1	0	S2U
0	1	T1X

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.

HINWEIS: Es sei an dieser Stelle auf systembedingte Nachteile des Softwareprotokolls XON/XOFF hingewiesen. Wird das Gerät z.B. durch das Zeichen "XOFF" in seiner Schnittstellenausgabe gestoppt und geht später das Zeichen "XON" verloren, so ist das Gerät weiterhin so lange blockiert, bis erneut ein "XON" gesendet wird. Wenn möglich ist daher das sicherere Hardware-Handshake über RTS/CTS zu verwenden!

6.6 Geräteadresse

In der Ebene 4 wird die Geräteadresse eingestellt. Über die DIP-Schalter können bis zu 32 Adressen (0-31) eingestellt werden. Für TRM-710H/M sind die Adressen 0-14 möglich, für TRM-710H/U in der Betriebsart "S1U" die Adressen 1-31, für TRM-710H/U in der Betriebsart "S2U" sind lediglich die Adressen 1-15 sinnvoll. Aus Kompatibilitätsgründen zu alten ZZT-Netzen kann die TRM-710H/U in der Betriebsart "S2U" auch auf die Adresse "0" eingestellt werden.

Da der Adressraum des TRM-710H/U in der Konfiguration "S1U" im Gegensatz zur RTU-700 / 710 eingeschränkt ist empfiehlt es sich, in gemischten Netzen die unteren Adressen für die TRM-710, die Adressen ab 32 für RTU-700 / 710 zu vergeben.

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

Geräteadresse					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>DIP-Schalter</i>
A0	A1	A2	A3	A4	Adresse
0	0	0	0	0	0 (nur Master und S2U-Slaves)
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

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.

6.7 Beenden des Programmiermodus

Um den Programmiermodus zu beenden ist sicherzugehen, dass der Schalter 8 auf "OFF" steht (also die vorhergehende Programmierung übernommen wurde). Die OK-LED blinkt schnell. Jetzt ist das TRM-710 von der Spannungsversorgung zu trennen. Nach 3 Sekunden kann das Gerät wieder an die Spannungsversorgung angeschlossen werden. Das TRM-710 startet jetzt mit den neuen Einstellungen.

Nach Beenden des Programmiermodus bitte nicht vergessen, die Betriebsfrequenz (falls eine Einstellung erlaubt ist) wieder auf den gewünschten Wert einzustellen (Hauptebene des DIP-Schalters).

6.8 Steckerbelegung TRM-710-Schnittstelle (9 pol. Submin-D, Weibchen):

6.8.1 TRM-710 / RS-232-Schnittstelle:

Pin:	Belegung:	
2	TxD	Sendedaten TRM-710 → Peripherie
3	RxD	Empfangsdaten TRM-710 ← Peripherie
4	DTR	Mit 6 verbunden
5	GND	Masse
6	DSR	Mit 4 verbunden
7	RTS	Handshake TRM-710 ← Peripherie
8	CTS	Handshake TRM-710 → Peripherie

6.8.2 TRM-710 / RS-485 / RS-422-Schnittstelle (Optional):

Pin:	Belegung RS-485	Belegung RS-422
2		A – Receiver + (Eingang)
3	B – Rx/Tx -	Z – Transmitter – (Ausgang)
5	GND	GND
7		B – Receiver – (Eingang)
8	A – Rx/Tx +	Y – Transmitter + (Ausgang)

6.9 Steckerbelegung PC (Submin-D, Männchen):**6.9.1 PC / RS-232-Schnittstelle, 9-pol:**

Pin:	Belegung:
1	Carrier Detect
2	RxD Empfangsdaten
3	TxD Sendedaten
4	DTR Data terminal ready
5	GND Masse
6	DSR Data set ready
7	RTS Request to send (Handshake)
8	CTS Clear to send (Handshake)
9	Ring indicator

6.9.2 PC / RS-232-Schnittstelle, 25-pol:

Pin:	Belegung:
8	Carrier Detect
3	RxD Empfangsdaten
2	TxD Sendedaten
20	DTR Data terminal ready
7	GND Masse
6	DSR Data set ready
4	RTS Request to send (Handshake)
5	CTS Clear to send (Handshake)
22	Ring indicator

Zur Verbindung des TRM-710 mit einem PC muß stets ein 1:1-Kabel verwendet werden.

6.10 Steckerbelegung Spannungsversorgung (steckbare Schraubklemme):

Sicht von oben auf das Gerät:

Pin:	Belegung:
Außen	PE Erdung
Mitte	+12V / +24V
Innen	GND

7 Technische Daten TRM-710:

Funktion:	Funkmodembaugruppe
Schnittstelle:	RS-232, optional RS-485 / RS-422 umschaltbar
Datenpuffer:	512 Byte
Datenrate:	2400 - 19200 BPS
Protokoll:	ASCII, 3964R, Timeout (wahlweise)
Funknetzstruktur:	Point-to-Point / Multipoint
Frequenzen:	403 - 470 MHz (UHF)
Kanalbelegung:	kontinuierliches Senden oder Zeitschlitzverfahren
Sendeleistung:	UHF: 100 mW bis 4 Watt
Spannungsversorgung:	12 VDC - 24 VDC)
Funktionstemperaturbereich:	- 20 bis + 70 °C
Gehäuse: Hutschiene	beschichtetes Aluminium mit Kunststoffenden, gemäß DIN 43880, zur Montage auf Standard-
Abmessungen:	ca. 162 mm * 80 mm * 62 mm (ohne BNC-Stecker und Klemmen)