Beschreibung der RS485 Modbus Schnittstelle

NOVOS 3 Modbus

novos

THE NEW ROOM SERIES BY THERMOKON®

Thermokon Sensortechnik GmbH - www.thermokon.de - email@thermokon.de

Revision

Revision	Datum	Beschreibung	Autor
A	25.07.2019	Erste Veröffentlichung	SaS
B	31.01.2020	Ergänzung der Register RBG NOVOS 3	DF
C	18.06.2020	Korrekturen und Ergänzungen	DF
D	13.10.2021	Korrekturen und Ergänzungen	JD
E	23.06.2022	Korrektur	JD
F	25.07.2022	Korrekturen und Ergänzungen	JD
G	27.02.2023	Novos 3 INC hinzugefügt, Anpassung EEPROM Hinweise	JD
H	06.02.2024	Abschnitt 2.8 Anzeigekonfiguration EPD Display hinzugefügt	JD
I	14.05.2024	Abschnitt 2.8.1 (Icons) hinzugefügt	JD
J	07.11.2024	Sensorwerte anzeigen (Register 2014) hinzugefügt	JD
K	03.07.2025	Korrekturen LED	JD
L	24.10.2025	Korrekturen und Anpassungen	JD
M	09.11.2026	Anpassung VOC-Index	DK

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemein 4
1.1 Allgemeine Register 4
1.2 Hardware Installation 5
1.3 RS485 Transceiver 5
1.4 Protokoll 5
1.5 Konfigurationsmöglichkeiten 5
2 Modbus Registerbeschreibung 6
2.1 EEPROM Konfigurationsregister 6
2.2 Raumklima 6
2.3 LED Zustandsanzeige 7
2.4 Sensorwerte 8
2.5 Digitaler Eingang 8
2.6 Offset-/Korrekturwerte 9
2.7 Messwert Ober-/Untergrenzen 10
2.8 Anzeigekonfiguration 11
2.8.1 Icons (Coils) 12
3 Modbus Protokoll 13
3.1 Unterstützte Steuerbefehle 13
3.2 Datenübertragung 13
3.2.1 Master/Slave Protokoll 13
3.2.2 Datenrahmen 13
3.2.3 Übertragungsmodus RTU 13

1 Allgemein

Dieses Dokument beschreibt die RS485 Modbus Schnittstelle für die Geräte

- NOVOS 3 RS485 Modbus
- NOVOS 3 x RS485 Modbus
- NOVOS 3 INC x RS485 Modbus

Je nach Gerätetyp und Ausbaustufe sind nicht alle in diesem Dokument aufgeführten Messwerte und Konfigurationsparameter verfügbar. Welche Messgrößen verfügbar sind, entnehmen Sie bitte der unten angeführten Übersicht.

	Temperatur	relative Feuchte	absolute Feuchte	Enthalpie	Taupunkt	CO2	VOC	CO2 VOC Mix
NOVOS 3 Temp	•							
NOVOS 3 CO2 Temp	•					•		
NOVOS 3 CO2 Temp_rH	•	•	•	•	•	•		
NOVOS 3 CO2+VOC Temp	•					•	•	•
NOVOS 3 CO2+VOC Temp_rH	•	•	•	•	•	•	•	•
NOVOS 3 INC Temp	•							
NOVOS 3 INC Temp_rH	•	•	•	•	•			
NOVOS 3 INC CO2	•					•		
NOVOS 3 INC CO2 Temp_rH	•	•	•	•	•	•		

1.1 Allgemeine Register

Über folgende Register können allgemeine Geräteinformation ausgelesen werden.

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Bemerkung
1025	R / u16	**Sensor-/ Messgrößen Setup**	1=Sensorwert vorhanden 0= Sensorwert nicht vorhanden Bit 0: Feuchte + Temp Bit 1: Temp Bit 2: VOC Bit 3: CO2
1034	R / u16	**Hardware Version**	Bsp.: V 1.1 = 0x0101 Lesbarkeit in Hexadezimal
1035	R / u16	**Firmware Version (Haupt-/Nebenversion)**	
1036	R / u16	**Firmware Version (Revision/Build)**	

1.2 Hardware Installation

Das Gerät kann mittels eines Twisted-Pair-Kabels (Leitungswiderstand 120 Ohm) verbunden werden.
Detaillierte Informationen zur Inbetriebnahme und Montage entnehmen Sie bitte dem Produktdatenblatt des Gerätes und dem Datenblatt wiring_rs485_network.pdf.

1.3 RS485 Transceiver

Die max. Anzahl der Busteilnehmer ohne Verwendung eines Repeaters wird durch den RS485-Transceiver vorgegeben. Der im Gerät verwendete Transceiver gestattet max. 32 Geräte pro Bussegment.

1.4 Protokoll

Das Gerät ist ein Slave-Busteilnehmer, der nur auf Anforderung des Masters auf den Bus senden darf. Das Protokoll entspricht den Vorgaben aus:
- MODBUS Application Protocol Specification V1.1 (Link)
- MODBUS over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0 (Link)

1.5 Konfigurationsmöglichkeiten

Mittels Dipschalter kann das Gerät an die jeweilige Bustopologie angepasst werden.

- Busadresse des Gerätes (1 – 63)
- Baudrate 9600, 19200, 38400 oder 57600
- Parität gerade (even), ungerade (odd) oder keine (none)
- Die Anzahl der Stopbits wird von dem Gerät in Abhängigkeit der Parität automatisch bestimmt
    - 1 Stopbit bei Parität „even“ oder „odd“
    - 1 oder 2 Stoppbits bei Parität „none“, konfigurierbar

2 Modbus Registerbeschreibung

Bei allen nachfolgend aufgelisteten Registern handelt es sich um Holding Register welche über die Modbus Funktionscodes 3, 6 und 16 (0x03, 0x06 und 0x10) ansprechbar sind.
In der Spalte „Adresse“ ist die Datenadresse des jeweiligen Registers aufgeführt. In der Spalte „Zugriff“ ist angegeben, ob das jeweilige Register nur lesbar (R – read onyl) oder les- und schreibbar (RW – read write) ist. Darüber hinaus ist in der Spalte „Zugriff“ auch der Datentyp des jeweiligen Registers angegeben (u16 – unsigned 16 Bit, s16 – signed 16 Bit).

2.1 EEPROM Konfigurationsregister

Registeradressen mit einem # gekennzeichnet sind Konfigurationsregister (EEPROM Daten), welche nicht in kurzen Zyklen beschrieben werden dürfen.

2.2 Raumklima

Nachfolgende Register betreffen die grundlegenden Bedienfunktionen des Raumbediengerätes NOVOS 3 x zur Steuerung des Raumklimas. Es können Raumbelegung und Sollwert ausgelesen und parametriert werden.

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Bemerkung
100	RW / u16	**Raumbelegung (Toggle-Taster)** Toggle AUS -> 0 = unbelegt Toggle-EIN -> 1 = belegt	Resetwert	Konfigurierbar in Adr.: 1306 / 1307
101	RW / u16	**ECO Funktion Aktivierung** inaktiv -> 0 aktiv -> 1	0	ECO Taste Funktion (Adr.: 1305) muss für Taster Aktivierung konfiguriert werden.
103	RW / s16	**Sollwert (effektiv)** Multiplikator: 10 z.B. wenn Sollwert-Definition absolut: 210 = 21,0 °C	Basis-sollwert	Konfigurierbar in Adr.: 1301 - Adr.: 1304
104	R / u16	**Vom Nutzer eingestellte Lüfterstufe** Aus -> 0 Stufe 1 -> 1 Stufe 2 -> 2 Stufe 3 -> 3 Stufe 4 -> 4 Stufe 5 -> 5 Auto -> 6	Resetwert	Konfigurierbar in Adr.: 1312
105	RW / u16	**Lüfterstufe (Rückmeldung von GLT)** Aus -> 0 Stufe 1 -> 1 Stufe 2 -> 2 Stufe 3 -> 3 Stufe 4 -> 4 Stufe 5 -> 5 Auto -> 6 Auto Stufe 0 -> 7 Auto Stufe 1 -> 8 Auto Stufe 2 -> 9 Auto Stufe 3 -> 10 Auto Stufe 4 -> 11 Auto Stufe 5 -> 12	Auto -> 6	
# 1301	RW / u16	**Sollwert-Anzeige** *(für Geräte mit Display)* absolut -> 0 relativ -> 1	0 (absolut)	
# 1302	RW / s16	**Basissollwert** 0 – 5000 *(0,0 – 500,0 °C)*	210 (21,0)	SI: °C | IMP: °F
# 1303	RW / s16	**Sollwert-Verstellbereich** 0 – 500 (±0,0 - ± 50,0 K)	30 (± 3,0 K)	
# 1304	RW / u16	**Sollwertverstellung Sprungweite** 0 – 50 (±0,0 - ± 5,0 K)	5 (± 0,5 K)	
# 1305	RW / u16	**ECO- Taste Funktion*** 0 = nein 1 = Register 101 wird mit Tasterdruck gesetzt 2 = Register 101 wird mit Tasterdruck gesetzt + Symbol im Display angezeigt	1	Aktivierung des ECO Modus über Adr.: 101 erforderlich.
# 1306	RW / u16	**Raumbelegung Taste Funktion** 0 = nein 1 = Register wird mit Tasterdruck gesetzt 2 = Register wird mit Tasterdruck gesetzt + Symbol im Display angezeigt	1	
# 1307	RW / u16	**Raumbelegung nach Geräteneustart** unbelegt -> 0 belegt -> 1	1 (belegt)	
# 1308	RW / u16	**Anzeige der Lüfterstufenverstellung im Display** 0 = Fan deaktiviert 1 = Fan aktiviert + Anzeige im Display	0	

= EEPROM (Konfigurationsregister) *nur bei Geräten mit ECO Funktion

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Bemerkung
# 1309	RW / u16	**Anzahl der auswählbaren Lüfterstufen*** Keine Lüfterstufen -> 0 1 Lüfterstufe -> 1 2 Lüfterstufen -> 2 3 Lüfterstufen -> 3 4 Lüfterstufen -> 4 5 Lüfterstufen -> 5	3	
# 1310	RW / u16	**Lüfterstufe Auto*** nein -> 0 ja -> 1	1	
# 1311	RW / u16	**Minimale Lüfterstufe*** 0 -> 0 1 -> 1	0	
# 1312	RW / u16	**Lüfterstufe nach Reset** Aus -> 0 Stufe 1 -> 1 Stufe 2 -> 2 Stufe 3 -> 3 Stufe 4 -> 4 Stufe 5 -> 5 Auto -> 6	0	

** wird nach einem Reset auf Werkseinstellungen **nicht zurückgesetzt**.*

2.3 LED Zustandsanzeige

Nachfolgende Register betreffen die Raumbediengeräte NOVOS 3 x mit LED (Taste). Die LED kann über die Werte 0 bzw. 1 direkt aus-/eingeschaltet oder bei Betätigung des Tasters geschaltet werden. Es besteht somit die Möglichkeit die LED im laufenden Betrieb blinken zu lassen oder die Farbe zu wechseln. Nach einem Neustart des Gerätes müssen die Register erneut beschrieben werden, da die Werte nicht gespeichert werden. **Ist die TLF-Funktion aktiv (siehe Anzeige-konfiguration), so sind die Funktionen in Register 426 und 427 nicht anwendbar.**

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Bemerkung
426	RW / u16	**LED Beleuchtung (Taste) EIN / AUS** 0 = inaktiv 1 = aktiv 2 = Verknüpft mit Zustand Raumbelegung- / Taster 3 = Verknüpft mit Zustand ECO Modus (Register 101)	0 (inaktiv)	
#427	RW / u16	**LED Beleuchtung (Taste) Farbe** 1 = weiss 2 = schwarz* 3 = rot 4 = grün 5 = blau 6 = gelb 7 = magenta 8 = türkis	4 (grün)	

= EEPROM (Konfigurationsregister) * schwarz = keine Farbe / LED aus

2.4 Sensorwerte

Über das Register 1100 kann das gewünschte Einheiten-System gewählt werden. Es ist zu beachten, dass beim Wechsel des Einheitensystems nicht die Messwert Ober-/Untergrenzen angepasst werden.

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Bemerkung
# 1100	RW / u16	**Auswahl des Einheiten Systems** 1: SI 2: Imperial	1	

= EEPROM (Konfigurationsregister)

Über die Register 500…507 können die verschiedenen Messwerte ausgelesen werden.

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Auflösung / Einheit	
501	R / s16	**Relative Feuchte**	0.1	%
505	R / s16	**CO2**	1.0	ppm
506	R / s16	**VOC**	1.0	Index
507	R / s16	**CO2 VOC Mix**	0.1	%

Register 1100 = 1 (Einheit SI)

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Auflösung / Einheit		
500	R / s16	**Temperatur**	SI	0.1	°C
502	R / s16	**Absolute Feuchte**	SI	0.1	g/m³
503	R / s16	**Enthalpie**	SI	0.1	kJ/kg
504	R / s16	**Taupunkt**	SI	0.1	°C

Register 1100 = 2 (Einheit Imperial)

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Auflösung / Einheit		
500	R / s16	**Temperatur**	Imperial	0.1	°F
502	R / s16	**Absolute Feuchte**	Imperial	0.1	gr/ft³
503	R / s16	**Enthalpie**	Imperial	0.1	BTU/lb
504	R / s16	**Taupunkt**	Imperial	0.1	°F

2.5 Digitaler Eingang

Der Zustand eines potentialfreien Kontaktes (z.B. Keycard-Schalter oder Fensterkontakt) kann über den digitalen Eingang am Gerät ausgelesen werden.

Adresse	Zugriff	Beschreibung
514	R / u16	**Zustand digitaler Kontakt** Kontakt geöffnet -> 0 Kontakt geschlossen -> 1

2.6 Offset-/Korrekturwerte

Über diese Register können Offset-/Korrekturwerte für die einzelnen Messwerte vorgegeben werden.

Beispiel Offset Temperatur (Register 100):
Offset +1 °C (+1 °F) = 10_{10} (0000‘0000‘0000‘1010_2) = 00 $0a_{16}$
Offset -1 °C (-1 °F) = -10_{10} (1111‘1111‘1111‘0110_2) = ff $f6_{16}$

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Auflösung / Einheit	
# 2111	RW / s16	**Offset relative Feuchte**	0	0.1	%
# 2511	RW / s16	**Offset CO2**	0	1.0	ppm
# 2611	RW / s16	**Offset VOC**	0	1.0	Index

= EEPROM (Konfigurationsregister)

Register 400 = 1 (Einheit SI)

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Einheit	Standard	Auflösung / Einheit	
# 2011	RW / s16	**Offset Temperatur**	SI	0	0.1	°C

= EEPROM (Konfigurationsregister)

Register 400 = 2 (Einheit Imperial)

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Einheit	Standard	Auflösung / Einheit	
# 2011	RW / s16	**Offset Temperatur**	Imperial	0	0.1	°F

= EEPROM (Konfigurationsregister)

2.7 Messwert Ober-/Untergrenzen

Über die Messwert Ober-/Untergrenzen können die Werte in einem bestimmten Bereich eingegrenzt werden.

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Auflösung / Einheit
# 2112	RW / s16	Relative Feuchte Untergrenze	0	0.1 %
# 2113	RW / s16	Relative Feuchte Obergrenze	1000	0.1
# 2512	RW / s16	CO2 Untergrenze	0	1.0 ppm
# 2513	RW / s16	CO2 Obergrenze	2000	1.0
# 2612	RW / s16	VOC Untergrenze	0	1.0 Index
# 2613	RW / s16	VOC Obergrenze	500	1.0
# 2712	RW / s16	CO2 VOC Mix Untergrenze	0	0.1 %
# 2713	RW / s16	CO2 VOC Mix Obergrenze	1000	0.1

= EEPROM (Konfigurationsregister)

Register 1100 = 1 (SI)

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Einheit	Standard	Auflösung / Einheit
# 2012	RW / s16	Temperatur Untergrenze	SI	0	0.1 °C
# 2013	RW / s16	Temperatur Obergrenze	SI	500	0.1
# 2212	RW / s16	Absolute Feuchte Untergrenze	SI	0	0.1 g/m³
# 2213	RW / s16	Absolute Feuchte Obergrenze	SI	500	0.1
# 2312	RW / s16	Enthalpie Untergrenze	SI	0	0.1 kJ/kg
# 2313	RW / s16	Enthalpie Obergrenze	SI	850	0.1
# 2412	RW / s16	Taupunkt Untergrenze	SI	0	0.1 °C
# 2413	RW / s16	Taupunkt Obergrenze	SI	500	0.1

= EEPROM (Konfigurationsregister)

Register 1100 = 2 (Imperial)

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Einheit	Standard	Auflösung / Einheit
# 2012	RW / s16	Temperatur Untergrenze	Imperial		0.1 °F
# 2013	RW / s16	Temperatur Obergrenze	Imperial		0.1
# 2212	RW / s16	Absolute Feuchte Untergrenze	Imperial		0.1 gr/ft³
# 2213	RW / s16	Absolute Feuchte Obergrenze	Imperial		0.1
# 2312	RW / s16	Enthalpie Untergrenze	Imperial		0.1 BTU/lb
# 2313	RW / s16	Enthalpie Obergrenze	Imperial		0.1
# 2412	RW / s16	Taupunkt Untergrenze	Imperial		0.1 °F
# 2413	RW / s16	Taupunkt Obergrenze	Imperial		0.1

= EEPROM (Konfigurationsregister)

2.8 Anzeigekonfiguration

Das E-Paper Display kann zur Anzeige von Messwerten und Sollwerten verwendet werden. Sind mehrere Messgrößen vorhanden, so können diese parallel oder alternierend (festeingestellt, alle 5 Sekunden) auf dem Display eingeblendet werden.

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Bemerkung
# 1206	RW / u16	**Messwerte werden alternierend (für jeweils 5 Sekunden) oder parallel auf dem Display angezeigt** parallel -> 1 alternierend ->2	1 (parallel)	-

Die LED kann als farbliche Statusanzeige für jede verfügbare Messgröße genutzt werden. Hierzu werden Schwellwerte für den Wechsel der Farben definiert. Die TLF-Funktion kann nur aktiviert werden wenn die LED Beleuchtung (Taste) inaktiv ist (Adr.:426=0). Es kann jeweils nur eine Messgröße zur TLF-Anzeige am Taster definiert werden.

Sensordatenblöcke für TLF

Messgröße	Adressbereich	Einheit
Temperatur	2015 ff. (2015-2024)	°C
Relative Feuchte	2115 ff. (2115-2124)	%
Absolute Feuchte	2215 ff. (2215-2224)	g / m³
Enthalpie	2315 ff. (2315-2324)	KJ / KG
Taupunkt	2415 ff. (2415-2424)	°C
CO2	2515 ff. (2515-2524)	ppm
VOC	2615 ff. (2615-2624)	Index
CO2 / VOC MIX	2715 ff. (2715-2724)	%

Sensordatenblöcke für Anzeigeoptionen

Bis zu 4 Sensordaten können im Display angezeigt werden.

Messgröße	Adresse	Standard
Temperatur	2014	1
Relative Feuchte	2114	1
Absolute Feuchte	2214	0
Enthalpie	2314	0
Taupunkt	2414	0
CO2	2514	1
VOC	2614	1
CO2 / VOC MIX	2714	0

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Bemerkung
# 2014	RW / u16	**Sensorwert einblenden JA / NEIN**	1	0 = Nein | 1 = Ja
# 2015	RW / u16	**TLF Temperatur EIN / AUS**	0	0 = off | 1 = TLF on
# 2016	RW / u16	**Bereich 1 Farbe** **Farbfestlegung für den ersten Bereich.** *Bereich 1 beginnt mit der Messbereichsuntergrenze und endet mit Schwellwert 1-2.* 1 = weiss 2 = schwarz* 3 = rot 4 = grün 5 = blau 6 = gelb 7 = magenta 8 = türkis	3	
# 2017	RW / u16	**Bereich 2 Farbe** **Farbfestlegung für den zweiten Bereich.** *Bereich 2 beginnt mit dem Schwellwert 1-2 und endet mit Schwellwert 2-3.* *Siehe Bereich 1*	6	
# 2018	RW / u16	**Bereich 3 Farbe** **Farbfestlegung für den dritten Bereich.** *Bereich 3 beginnt mit dem Schwellwert 2-3 und endet mit Schwellwert 3-4.* *Siehe Bereich 1*	4	
# 2019	RW / u16	**Bereich 4 Farbe** **Farbfestlegung für den vierten Bereich.** *Bereich 4 beginnt mit dem Schwellwert 3-4 und endet mit Schwellwert 4-5.* *Siehe Bereich 1*	6	
# 2020	RW / u16	**Bereich 5 Farbe** **Farbfestlegung für den fünften Bereich.** *Bereich 5 beginnt mit dem Schwellwert 4-5 und endet mit der Messbereichsobergrenze.* *Siehe Bereich 1*	3	

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Bemerkung
# 2021	RW / u16	**Schwellwert zwischen dem Bereich 1 und dem Bereich 2** *Absolutwert (in MB Grenzen)*		
# 2022	RW / u16	**Schwellwert zwischen dem Bereich 2 und dem Bereich 3** *Absolutwert (in MB Grenzen)*		
# 2023	RW / u16	**Schwellwert zwischen dem Bereich 3 und dem Bereich 4** *Absolutwert (in MB Grenzen)*		
# 2024	RW / u16	**Schwellwert zwischen dem Bereich 4 und dem Bereich 5** *Absolutwert (in MB Grenzen)*		

= EEPROM (Konfigurationsregister) * schwarz = keine Farbe / LED aus

2.8.1 Icons (Coils)

Adresse	Zugriff	Beschreibung	Standard	Bemerkung
16	RW	**Anzeige Betauung (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
17	RW	**Anzeige Fenster offen (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
18	RW	**Anzeige Kalibrierung fällig (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
19	RW	**Anzeige Kommunikationsfehler Bus (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
20		**Reserviert (nicht verwenden)**	0	
21	RW	**Anzeige ECO (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
22	RW	**Anzeige Modus Heizen (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
23	RW	**Anzeige Modus Kühlen (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
24		**(nicht verwenden)**	0	
25	RW	**Anzeige Präsenz erfasst (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
26	RW	**Anzeige Warnung (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1
27	RW	**Anzeige Wartung fällig (Icon)**	0	inaktiv = 0 | aktiv = 1

3 Modbus Protokoll

http://www.modbus.org/

3.1 Unterstützte Steuerbefehle

Folgende MODBUS-Steuerbefehle werden von dem Gerät unterstützt:

Beschreibung	Funktionscode	
Holding Register lesen	03 (hex)	3 (dez)
Einzelnes Register schreiben	06 (hex)	6 (dez)
Mehrere Register schreiben	10 (hex)	16 (dez)

3.2 Datenübertragung

3.2.1 Master/Slave Protokoll

Ein Master und ein oder mehrere Slaves werden an den seriellen Bus angeschlossen. Die Kommunikation zwischen Master und Slave wird ausschließlich durch den Master geregelt. Die Slaves dürfen nur dann senden, wenn sie vorher vom Master angesprochen wurden. Slaves senden nur zurück zum Master, niemals an einen anderen Slave.

3.2.2 Datenrahmen

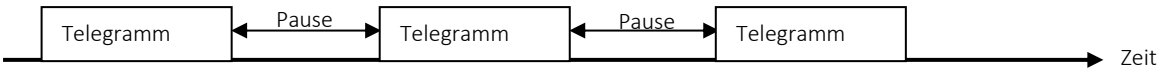
Die Daten werden nach streng definierten Vorgaben auf den Bus gesendet:

Adresse	Steuerbefehl	Daten	Checksumme

Allgemein startet ein MODBUS-Telegramm mit der Adresse des Slaves, gefolgt von einem Steuerbefehl (z.B. Register auslesen) und den Daten. Mit Hilfe der Prüfsumme am Telegrammende können die Busteilnehmern Übertragungsfehler erkennen.

3.2.3 Übertragungsmodus RTU

Im Übertragungsmodus RTU werden Telegramme durch Übertragungspausen voneinander getrennt.



Die Dauer der Übertragungspausen zur Trennung von Telegrammen ist abhängig von der eingestellten Baudrate und beträgt 3,5 * Wort-Übertragungszeit (11 Bit). Bei 9600 Baud müssen damit mindestens 4 ms
und bei 19200 mindestens 2 ms zwischen zwei Telegrammen vergehen.

3.2.3.1 Telegrammaufbau

Adresse 1 Byte	Steuerbefehl 1 Byte	Daten 0 - 100 Byte	Checksumme	
			Low	High

3.2.3.2 Berechnung der CRC-Checksumme

Die CRC - Prüfsumme (Cyclicyal Redundancy Check) wird vom Sender aus allen übertragenen Bytes berechnet und der Botschaft angehängt.
Der Empfänger berechnet dann die CRC-Prüfsumme erneut und vergleicht sie mit der Empfangenen Prüfsumme. Stimmen die Werte nicht überein, dann ist von einem Übertragungsfehler auszugehen und die
empfangenen Daten werden verworfen. Das niederwertige Byte der 16 Bit großen Prüfsumme wird im Telegramm an vorletzter und das höherwertige Byte an letzter Stelle gesendet.

Berechnung der Prüfsumme (Programmbeispiel in C):

```
crc = 0xFFFF;                                   // CRC-Check, Init
for(i = 0; i < telegram_length-2; i++)
        crc = crc_calc(crc, telegram_data[i]);

crc_low  = crc & 0x00FF;                        // Low-Byte
crc_high = (crc & 0xFF00) >> 8;                 // High-Byte

// Calculate CRC
unsigned int crc_calc(unsigned int crc_temp, unsigned int data)
{
        unsigned int    Index_CC=0;
        unsigned int    LSB=0;
        crc_temp = ( ( crc_temp ^ data) | 0xFF00) & (crc_temp | 0x00FF) ;
        for(Index_CC = 0; Index_CC<8; Index_CC++)
        {
                LSB = (crc_temp & 0x0001);
                crc_temp >>= 1;
                if(LSB)
                crc_temp = crc_temp ^ 0xA001;       // calculation polynominal for CRC16
        }
        return(crc_temp);
}
```