
Modbus Schnittstellenbeschreibung



Modbus-Protokoll

M0c, M3c

April 2020 (DE)
V1

Inhaltsverzeichnis




1	Informationen zu dieser Betriebsanleitung	3
1.1	Symbole und Auszeichnungen	3
1.2	Mitgeltende Dokumente	4
2	Schnittstellen	5
2.1	Schnittstellenbelegung	5
2.2	Dauerstrom bei angelegter Versorgungsspannung	5
2.3	Einstellung für die serielle Schnittstelle.....	6
3	Modbus-Protokollbeschreibung.....	7
3.1	Funktionscodes.....	7
3.2	Datentypen	7
3.3	Float-Werte.....	8
3.4	Long Integer-Werte (32 Bit).....	9
3.5	Checksumme (CRC16)	9
3.6	Modbus-Fehlercodes	10
4	Modbus-Adresstabellen.....	11
5	Kalibrierung	14
5.1	Funktionsweise der Historie	14
5.2	Kalibrierung der Sensorsteilheit.....	15
5.3	Wiederherstellung der Nennsteilheit	16

1 Informationen zu dieser Betriebsanleitung

1.1 Symbole und Auszeichnungen








1.1.1 Sicherheits- und Warnhinweise

In dieser Betriebsanleitung werden die unten aufgeführten Gefahrenzeichen und Signalwörter verwendet. Sie helfen Ihnen beim sicheren Umgang mit dem Produkt, bewahren das Bedienpersonal vor Verletzungen sowie den Betreiber vor Sachschäden und Zusatzkosten.

Signalwort	Bedeutung
 GEFAHR!	GEFAHR bezeichnet eine Gefährdung mit einem hohen Risikograd, die, wenn sie nicht gemieden wird, den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.
 WARNUNG!	WARNUNG bezeichnet eine Gefährdung mit einem mittleren Risikograd, die, wenn sie nicht gemieden wird, den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben könnte.
 VORSICHT!	VORSICHT bezeichnet eine Gefährdung mit einem niedrigen Risikograd, die, wenn sie nicht gemieden wird, eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben könnte.
HINWEIS	HINWEIS warnt vor Sachschäden.

Tab. 1: Signalworte

1.1.2 Auszeichnungen im Text

Symbol	Bedeutung
	Dieses Symbol ist das allgemeine Warnzeichen und warnt Sie vor Verletzungsgefahren. Befolgen Sie alle Maßnahmen, die mit diesem Warnzeichen gekennzeichnet sind.
	Dieses Symbol kennzeichnet Tipps und hilfreiche Information zum optimalen und wirtschaftlichen Betrieb des Produkts.
	Dieses Symbol kennzeichnet eine vom Personal auszuführende Tätigkeit.
	Dieses Symbol kennzeichnet das Resultat einer Handlung.
	Dieses Symbol kennzeichnet einzelne Auflistungspunkte.
	Dieses Symbol kennzeichnet eine Voraussetzung bei der Ausführung einer Tätigkeit.
	Dieses Symbol weist auf weitere Informationen in anderen Abschnitten, Kapiteln oder anderen Anleitungen hin.

Tab. 2: Auszeichnungen im Text

1.2 Mitgeltende Dokumente

Zu den einzelnen Sensorentypen finden Sie Datenblätter unter folgender Internetadresse:

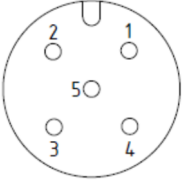
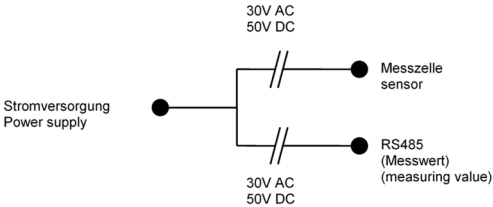
<https://www.reiss-gmbh.com/datenblaetter.htm>

Die dazugehörigen Bedienungsanleitungen finden Sie unter der nachstehenden Internetadresse:

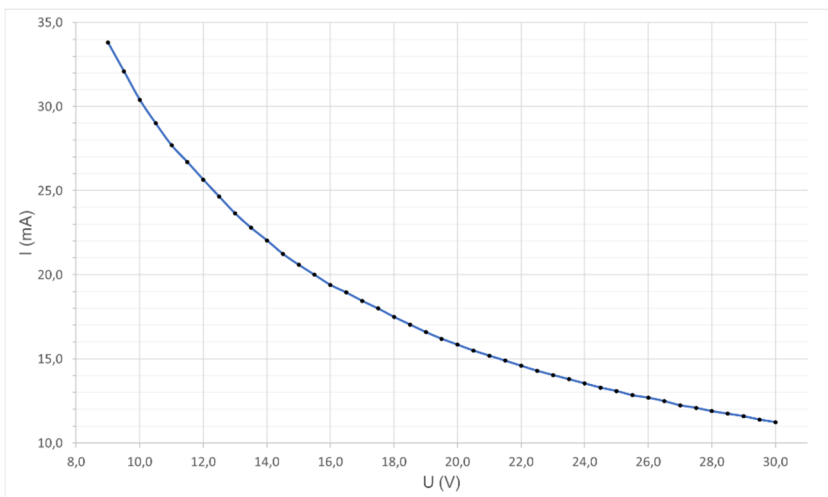
<https://www.reiss-gmbh.com/bedienungsanleitungen.htm>

2 Schnittstellen

2.1 Schnittstellenbelegung

<p>5-poliger M12-Steckanschluss, A-kodiert</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 reserviert • 2 +9 – +30 V • 3 GND • 4 RS485 B ¹ • 5 RS485 A ¹ 	
<p>Galvanische Trennung</p>	
<p>Stromversorgung</p>	<p>9-30 V, max. 56 mA</p>

2.2 Dauerstrom bei angelegter Versorgungsspannung



¹ Im Sensor befinden sich keine Abschlusswiderstände!

2.3 Einstellung für die serielle Schnittstelle



Die Sensoren der Ausführung M0c und M3c unterstützen nur den **RTU-Modus**.

2.3.1 Einstellungen für M0c

Konfigurationspunkt	Einstellungen	Beschreibung
Baudrate	19200	Übertragungsgeschwindigkeit (Symbolrate) der seriellen Schnittstelle
Datenformat	8 - 1 - even	Format des Datenwortes Nutzbit - Stoppbit – Parität
Geräteadresse	10	eindeutige Kennung eines Busteilnehmers 0 = Broadcast-Adresse ² 1 bis 247 = Unicast-Adressen ³

2.3.2 Einstellungen für M3c

Konfigurationspunkt	Einstellungen	Beschreibung
Baudrate	9600	Übertragungsgeschwindigkeit (Symbolrate) der seriellen Schnittstelle
Datenformat	8 - 2 - none	Format des Datenwortes Nutzbit - Stoppbit – Parität
Geräteadresse	20	eindeutige Kennung eines Busteilnehmers 0 = Broadcast-Adresse ² 1 bis 247 = Unicast-Adressen ³

² Im Modbus-Standard ist die Geräteadressierung festgelegt. Die Broadcast-Adresse darf nicht als Slave-Adresse verwendet werden. Sie ist für Rundsendungsnachrichten vorgesehen.

³ Unicast-Adressen sind für die Verwendung als Slave-Adressen vorgesehen. Sie dienen der eindeutigen Kennung der Slave-Geräte, damit diese vom Master explizit angesprochen werden können.

3 Modbus-Protokollbeschreibung

3.1 Funktionscodes

Code Hex	Funktion
0x03	Read Holding Registers [16bit]
0x04	Read Input Registers [16bit]
0x06	Write Single Register
0x10	Write Multiple Registers

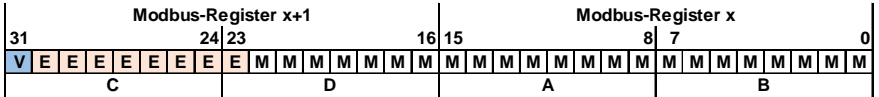
3.2 Datentypen

Datentyp	Beschreibung	Zugriff	Mögliche Funktionscodes Hex	Anzahl Modbus-Register
float (32 Bit)	Übertragung findet nicht in der nach IEEE 754 Standard-Kodierung festgelegten Reihenfolge statt. Stattdessen ist die Reihenfolge im Format des Mid-Little-Endian (CDAB). → Kapitel 3.3, S. 8	R / O	0x03, 0x04	2
		R / W	0x03, 0x04, 0x10	
int	Wort (16 Bit) als vorzeichenloser ganzzahliger Wert. Die Übertragung findet im Format des Big-Endian statt. Wertebereich: 0 bis 65.535	R / O	0x03, 0x04	1
		R / W	0x03, 0x04, 0x06	
unsigned longint	Doppelwort (32 Bit) als vorzeichenloser ganzzahliger Wert. Die Übertragung findet im Format des Big-Endian statt. Wertebereich: 0 bis 4.294.967.295	R / O	0x03, 0x04	2
		R / W	0x03, 0x04, 0x10	
char [...]	Zeichen/Byte (8 Bit) als vorzeichenloser ganzzahliger Wert. 2 Zeichen sind in 1 Wort enthalten. Das 1. Zeichen wird im most significant bit (MSB) übertragen, das 2. Zeichen im least significant bit (LSB). Wertebereich: 0 bis 255	R / O	0x03, 0x04	1

3.3 Float-Werte

Die Sensoren arbeiten bei Float-Werten mit einer vom IEEE-754-Standard-Format (32 Bit) **abweichenden** Reihenfolge.

- V = Vorzeichenbit
- E = Exponent (2er-Komplement)
- M = 23 Bit normalisierte Mantisse



Beispiel

In diesem Beispiel soll der Konzentrationswert des Desinfektionsmittels an Adresse 0x0000 des Gerätes ausgelesen werden. Der Wert soll hier 0,168 ppm (0x08313E2C im Format des Mid-Little Endian (CDAB)) sein.

Datenanfrage:

01	03	00 00	00 02	C4 0B
Slave	Funktion	Adresse 1. Wort	Wortanzahl	CRC

Antwort (Werte im Modbus-Float-Format):

01	03	04	08 31 3E 2C	B8 21
Slave	Funktion	Bytes gelesen	Float-Wert	CRC

Viele Compiler (z.B. Microsoft® Visual C++®) legen die Float-Werte in folgender Reihenfolge ab:

Adresse x								Adresse x+1								Adresse x+2								Adresse x+3							
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	E	M	M	M	M	M	M	M	V	E	E	E	E	E	E	E
D								C								B								A							



Die Reihenfolge der Bytes hängt davon ab, wie Float-Werte in der betreffenden Anwendung gespeichert werden. Eventuell müssen die Bytes im Schnittstellenprogramm entsprechend vertauscht werden.

Für SPS-Anwendungen (Funktionsbaustein-Sprache):

Low-/Highword WORD; V DINT; M REAL; E DINT; float REAL

$$float = (-1)^V \cdot (1 + M) \cdot 2^{E-127}$$

V, E, M des Highword durch Anwendung z.B. des Bitshift auftrennen

3.6 Modbus-Fehlercodes

Voraussetzungen für die Modbus-Kommunikation

Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, damit ein Slave Anfragen empfangen, bearbeiten und beantworten kann:

- Baudrate und Datenformat von Master und Slave müssen übereinstimmen.
- In der Anfrage muss die korrekte Slave-Adresse verwendet werden.
- Slave-Geräte antworten nur bei erfolgreichem Prüfsummen-Check der Anfrage durch den Slave. Anderenfalls wird die Anfrage vom Slave verworfen.
- Die Anweisung des Masters muss vollständig und konform zum Modbus-Protokoll sein.
- Die Anzahl der zu lesenden Worte muss größer 0 sein.

Fehlercodes

Wurde die Datenanfrage des Masters vom Slave ohne Übertragungsfehler empfangen, konnte aber nicht bearbeitet werden, antwortet der Slave mit einem Fehlercode. Folgende Fehlercodes können auftreten:

01	ungültige Funktion; Die Funktionscodes, die von unseren Sensoren unterstützt werden, sind im Kapitel 3.1, S. 7 aufgeführt.
02	ungültige Adresse oder eine zu große Anzahl von Worten bzw. Bits soll gelesen oder geschrieben werden
03	Das Format der Daten kann nicht gelesen werden.
255	Es liegt ein Kommunikationsproblem vor.

Modbus-Fehlerantworten sind daran erkennbar, dass das MSB des Funktionscodes auf 1 gesetzt wurde.

Antwort im Fehlerfall

Slave-Adresse	Funktion XX OR 80h	Fehlercode	Checksumme CRC
1 Byte	1 Byte	1 Byte	2 Byte

Der Funktionscode wird mit 0x80 verODERT. Dadurch wird das höchstwertige Bit (MSB) auf 1 gesetzt.

Beispiel

Datenanfrage:

01	06	23 45	00 01	52 5B
Slave	Wort schreiben	Wortadresse	Wort-Wert	CRC

Antwort (mit Fehlercode 02):

01	86	02	C3 A1
Slave	Funktion OR	Fehler	CRC

Antwort mit Fehlercode 02, weil die Adresse 0x2345 nicht vorhanden ist.

4 Modbus-Adresstabellen

Definitionen	• X_Null in nA	Strom, wenn kein Desinfektionsmittel im zu messenden Medium vorhanden ist. Die Startadresse für diesen Wert ist 0x0206.
	• X_Span in nA/Einheit	Stromwert der aktuellen Kalibrierung im Verhältnis zur Konzentration des Desinfektionsmittels bei der aktuellen Kalibrierung. Die Startadresse für diesen Wert ist 0x0208. Die Einheit erhält man durch Auslesen der Adresse 0x0200.
	• Konzentration	Die Software berechnet die Konzentration wie folgt: $\frac{\text{aktueller Strom} - X_Null}{X_Span}$

Alle Registerangaben erfolgen im Hex-Format.

Gerätedaten				
Register	Zugriff	Datentyp	Parameter	Beispiel
0x0300	R / O	char [16]	Sensortyp	CP4.0N-M0
0x0308	R / O	int	Hardware	1130 (1.130)
0x0309	R / O	int	Firmware	1503 (1.503)
0x030a	R / O	float	Nennsteilheit L	7.5
0x030b	R / O		Nennsteilheit H	
0x030c	R / O	char [20]	Seriennummer	S19010593
0x0317	R / O	char [10]	Teilenummer	10501004.2

Kommunikationsparameter						
Register	Zugriff	Datentyp	Parameter	Wertebereich	Default	
0x0400	R / W	int	Slave Adresse	1 ... 247	→ 2.3.1 u. 2.3.2, S. 6	
0x0401	R / W	int	Baudrate	0		2400
				1		4800
				2		9600
				3		19200
				4		38400
				5		57600
0x0402	R / W	int	Parität/Stopbit	6		115200
				0		none/2
				1		even/1
				2	odd/1	
				3	none/1	

Modbus-Adresstabellen

Prozessdaten Parameter						
Register	Zugriff	Datentyp	Parameter	Wertebereich	Default	
0x200	R / O	int	Einheit	0	%	
				1	‰	
				2	g/l	
				3	ppm	
				4	mg/l	
				5	ppb	
				6	µg/l	
0x201	R / O	int	Nachkommastellen	0	0000	
				1	000,0	
				2	00,00	
				3	0,000	
0x0206	R / W	float	X_Null L		0 ⁴	
0x0207			X_Null H			
0x0208	R / W	float	X_Span L		→	
0x0209			X_Span H			0x030a ⁴
0x020a	R / W	unsigned	DatumUhrzeit L	yyymmddhhmm	0 ⁴	
0x020b		longint	DatumUhrzeit H			

Historie					
Register	Zugriff	Datentyp	Parameter	Wertebereich	Default
0x0210	R / O	float	X_Null [0] L		
0x0211			X_Null [0] H		
0x0212	R / O	float	X_Span [0] L		
0x0213			X_Span [0] H		
0x0214	R / O	unsigned	DatumUhrzeit [0] L	yyymmddhhmm	
0x0215		longint	DatumUhrzeit [0] H		
0x0216	R / O	float	X_Null [1] L		
0x0217			X_Null [1] H		
0x0218	R / O	float	X_Span [1] L		
0x0219			X_Span [1] H		
0x021a	R / O	unsigned	DatumUhrzeit [1] L	yyymmddhhmm	
0x021b		longint	DatumUhrzeit [1] H		
0x021c	R / O	float	X_Null [2] L		
0x021d			X_Null [2] H		
0x021e	R / O	float	X_Span [2] L		
0x021f			X_Span [2] H		

⁴ Initialwerte

Historie					
Register	Zugriff	Datentyp	Parameter	Wertebereich	Default
0x0220	R / O	unsigned longint	DatumUhrzeit [2] L	yymmddhhmm	
0x0221			DatumUhrzeit [2] H		
0x0222	R / O	float	X_Null [3] L		
0x0223			X_Null [3] H		
0x0224	R / O	float	X_Span [3] L		
0x0225			X_Span [3] H		
0x0226	R / O	unsigned longint	DatumUhrzeit [3] L	yymmddhhmm	
0x0227			DatumUhrzeit [3] H		
0x0228	R / O	float	X_Null [4] L		
0x0229			X_Null [4] H		
0x022a	R / O	float	X_Span [4] L		
0x022b			X_Span [4] H		
0x022c	R / O	unsigned longint	DatumUhrzeit [4] L	yymmddhhmm	
0x022d			DatumUhrzeit [4] H		
0x022e	R / O	float	Messbereich L		
0x022f			Messbereich H		

Prozessdaten Messwerte					
Register	Zugriff	Datentyp	Parameter	Wertebereich	
0x0000	R / O	float	Konzentration L (Einheit)	→ Berechnung S. 11	
0x0001			Konzentration H (Einheit)		
0x0002	R / O	float	Zellenstrom L [nA]		
0x0003			Zellenstrom H [nA]		
0x0004	R / O	float	Temperatur L		
0x0005			Temperatur H		

Hinweis



Schreiboperationen auf manche R/W-Parameter bewirken ein Abspeichern im EEPROM oder Flash-Speicher. Diese Speicherbausteine haben nur eine begrenzte Anzahl von Schreibzyklen (ca. 100.000 bzw. 10.000).

Häufiges Beschreiben entsprechender Variablen kann daher dazu führen, dass ein Speicherfehler auftritt.

- ▶ Die Anzahl der Schreibvorgänge sollte daher möglichst klein gehalten werden.

5 Kalibrierung

5.1 Funktionsweise der Historie

Wie aus den Modbus-Adresstabellen des Sensors (→ Kapitel 4, S. 11 unter „Historie“) ersichtlich, werden die aktuellen Kalibrierdaten an den Adressen 0x0206 bis 0x020A abgelegt.

Das Speichersystem der Historie funktioniert nach folgenden Regeln:

- Eine durchgeführte Kalibrierung wird mit dem Schreiben von „Datum/Uhrzeit“ (Zeitstempel) aktiv.
- Hat die aktuelle Kalibrierung einen größeren (neueren) Zeitstempel als die letzte Kalibrierung, wird diese an den Adressen für die aktuelle Kalibrierung (0x0206 bis 0x020A) abgelegt.
 - Die Daten der aktuellen Kalibrierung werden ebenso an den Adressen 0x0210 bis 0x0214 (X_Null (0), X_Span (0) und Datum/Uhrzeit (0)), also auf Platz 0 der Historie, abgelegt.
 - Die Daten der alten Kalibrierung werden vom bisherigen Platz 0 der Historie auf Platz 1 verschoben, auch alle weiteren Daten werden jeweils um einen Platz weiterverschoben.
 - Die bisher ältesten Daten (Platz 4) können nicht weiterverschoben werden, sie werden gelöscht.
- Hat die aktuelle Kalibrierung einen Zeitstempel, der kleiner oder gleich dem der letzten Kalibrierung ist, werden die Daten der letzten Kalibrierung (an den Adressen 0x0206 bis 0x020A) und die Daten auf Platz 0 der Historie (an den Adressen 0x0210 bis 0x0214) überschrieben. Die Daten der Plätze 1 bis 4 in der Historie bleiben in diesem Fall unberührt!



Da der Zeitstempel die Minute als kleinste Einheit hat, sollte die Zeit zwischen 2 Kalibrierungen mindestens 1 Minute betragen.

5.2 Kalibrierung der Sensorsteilheit

5.2.1 Überprüfung der Sensorsteilheit an der Messstelle

- ✓ Die im Kapitel „Kalibrierung“ der Betriebsanleitung aufgelisteten Voraussetzungen für eine Kalibrierung müssen erfüllt sein.
- ▶ Den Zellenstrom (in nA) an Adresse 0x0002 auslesen und notieren.
- ▶ Die im Kapitel „Kalibrierung“ der Betriebsanleitung aufgeführte Kalibrierung ausführen.
- ▶ Die Steilheit des Sensors durch Division des zuvor notierten Zellenstromes durch die gemessene Konzentration des Desinfektionsmittels berechnen.



Falls ein von Null abweichender Strom für den Sensornullpunkt ermittelt wurde, muss dieser vor der Division vom notierten Zellenstrom subtrahiert werden.

5.2.2 Speichern der Kalibrierdaten im Sensor

- ▶ Den Wert „0“ an die Adresse 0x0206 schreiben. Im Falle einer Nullpunktkalibrierung den ermittelten Stromwert bei desinfektionsmittelfreiem Prozesswasser in die Adresse 0x0206 schreiben.
- ▶ Den im Kapitel 5.2.1, S. 15 berechneten Wert für die Steilheit an die Adresse 0x0208 schreiben.
- ▶ Den Wert für „Datum/Uhrzeit“ an die Adresse 0x020A schreiben. Die Struktur für diese Variable ist „YYMMDDHHMM“. Ein Beispiel für „Datum/Uhrzeit“ ist 1904101430 (→ Kapitel 3.4, S. 9).

Mit dem Schreiben von „Datum/Uhrzeit“ ist die Kalibrierung aktiv.

5.2.3 Überprüfung der Kalibrierung

Überprüfung der im Sensor gespeicherten Daten

- ▶ Die Werte für Nullpunkt und Steilheit durch Auslesen der Werte in den Adressen 0x0210 (X_Null (0)) und 0x0212 (X_Span (0)) überprüfen.
- ▶ An Adresse 0x0210 sollte der Wert „0“ stehen (oder der Wert aus der Nullpunktkalibrierung).
- ▶ An Adresse 0x0212 sollte der Wert aus der Berechnung der Steilheit aus Kapitel 5.2.1, S. 15 stehen.

Analytische Überprüfung

- Die vom Sensor gemessene Konzentration und die analytisch ermittelte Konzentration sollten weitgehend übereinstimmen.



Das Kalibrierlogbuch (Historie) kann genutzt werden, um die Werte für die letzten 5 Kalibrierungen einzusehen. Es sollte beachten werden, dass die 6. Kalibrierung die bisher älteste Kalibrierung im Kalibrierlogbuch überschreibt.



Die Kalibrierung regelmäßig laut Kapitel „Wartung“ der Betriebsanleitung überprüfen. Dazu die Schritte ab Kapitel 5.2.1, S. 15 befolgen. Bei einem Vergleich kann der Wert der Nennsteilheit an Adresse 0x030A ausgelesen werden.

5.3 Wiederherstellung der Nennsteilheit

5.3.1 Einstellen der Standardwerte für Nennsteilheit und Nullpunkt



Der Sensor wird ab Werk unkalibriert ausgeliefert. Wenn der Sensor neu ist und noch nicht kalibriert wurde, ist die nachfolgend beschriebene Einstellung der Nennsteilheit nicht erforderlich.

- ▶ Die Nennsteilheit an der Adresse 0x030A auslesen.
Beispiele für Nennsteilheiten sind z. B. 22 nA/ppm beim Sensor für freies Chlor mit dem Messbereich 0 bis 200 ppm (TARAbase Chlormesszelle CL4.2L) oder 7,5 nA/ppm beim Sensor für Gesamtchlor mit dem Messbereich 0 bis 20 ppm (TARAline Chlormesszelle CP4.0N).
- ▶ Die Nennsteilheit an die Adresse 0x0208 schreiben.
- ↪ Mit diesem Schritt wird die Ersetzung der zuvor durch Kalibrierung ermittelte Steilheit durch die Nennsteilheit und das Ablegen der letzten Kalibrierung in der Historie vorbereitet.
- ▶ Den Wert „0“ an die Adresse 0x0206 schreiben. Dies ist der Standardwert für den Nullpunkt.
- ▶ Den Wert für „Datum/Uhrzeit“ an die Adresse 0x020A schreiben. Die Struktur des Zeitstempel ist in Kapitel 3.4, S. 9 erklärt.

Mit dem Schreiben des Zeitstempels wird die Einstellung der Nennsteilheit und das Ablegen der letzten Kalibrierung in der Historie abgeschlossen.

5.3.2 Überprüfung des übertragenen Wertes für die Sensorsteilheit



Wenn der Sensor neu ist und noch nicht kalibriert wurde, ist die nachfolgend beschriebene Überprüfung der Nennsteilheit nicht erforderlich.

- ▶ Die Werte in den Adressen 0x0210 (X_Null (0)) und 0x0212 (X_Span (0)) überprüfen. Der Wert in Adresse 0x0210 sollte „0“ sein während in Adresse 0x0212 der Wert für die Nennsteilheit stehen sollte (z.B. „7,5“ für den Sensor TARAline Chlormesszelle CP4.0N).

Reiss GmbH
Elektrochemische Messtechnik
Eisleber Str. 5
D - 69469 Weinheim