

PadPuls M2C IM003GC / IMG003CB

PadPuls M4C IM002GC

2/4-Kanal M-Bus Impulsadapter für
Hutschienen-Montage



Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung der Funktionen	3
2	Installation und Inbetriebnahme	4
2.1	Aktivieren	4
2.2	Anschließen	5
2.2.1	Zwei-/Vier-Kanal Modus	5
2.2.2	Tarif-Modus	6
2.3	Montage des Gehäuses.....	7
3	Parametrierung mit MBCONF	8
3.1	Installation	8
3.2	Bedienung	8
3.3	Karteikarte Info	9
3.4	Karteikarten M2 Port1 bis Port4.....	12
4	M-Bus Telegramme.....	16
4.1	RSP_UD im Kurztelegramm-Modus	16
4.2	RSP_UD im Langtelegramm-Modus.....	18
4.3	SND_UD Telegramme (Parametrierung).....	20
5	Technische Daten	22
5.1	Allgemein.....	22
5.2	M-Bus Schnittstelle	22
5.3	Spannungsversorgung.....	22
5.4	Eingänge	23
5.5	Anforderungen an die Kontakte der Impulsgeber	23
5.6	Anforderungen an die Tarifsignale.....	23
5.7	Bestellinformationen	23

Diese Dokumentation ist gültig ab der M-Bus Generation: \$42 (M2C) u. \$15 (M4C)

© Relay GmbH 2016

www.relay.de

1 Beschreibung der Funktionen

Der PadPuls M2C / M4C dient zur Adaption von Verbrauchsmessgeräten, wie zum Beispiel Strom-, Gas- oder Wasserzählern an das M-Bus System. Voraussetzung dafür ist, dass die zu adaptierenden Messgeräte über einen potentialfreien Impulsausgang verfügen. An den Ports des PadPuls M2C können bis zu zwei und an den PadPuls M4C bis zu vier Impulsgeber gleichzeitig angeschlossen werden. Alternativ kann der Pulsadapter im Tarifmodus betrieben werden. Ein potentialfreies Tarifumschaltsignal wird dazu an Port 2 und / oder Port 4 angeschlossen. Falls ein Spannungssignal als Tarifumschalter vorhanden ist, wird ein spezieller, galvanisch getrennter Eingang des PadPuls verwendet. Dies ermöglicht z.B. die direkte Nutzung des 230V-Wechselspannungssignales aus einem Rundsteuerempfänger des Energieversorgers.

Beim PadPuls kann jeder Port (bzw. Haupt- und Nebentarif-Stand) über eine eigene M-Bus Primär- und Sekundäradresse angesprochen werden. Der PadPuls M2C / M4C verhält sich also wie zwei / vier eigenständige M-Bus Slaves! Der Anwender kann den PadPuls mit Hilfe des kostenlosen Programms MBCONF so konfigurieren, dass die erfassten Pulse in kWh, m³, J oder andere Einheiten umgerechnet werden.

Bei Betrieb am M-Bus wird der PadPuls über diesen mit Energie versorgt. Eine eingebaute Batterie sichert den Zählbetrieb auch bei Ausfall der M-Bus Versorgung für eine lange Zeit. Der PadPuls M2C wird in zwei Batterieversionen angeboten, die sich durch die Kapazitäten unterscheiden. Die Batterie mit der größeren Kapazität erlaubt M-Bus unabhängigen Betrieb für mehrere Jahre. Der PadPuls M4C wird nur mit der großen Batterie angeboten.

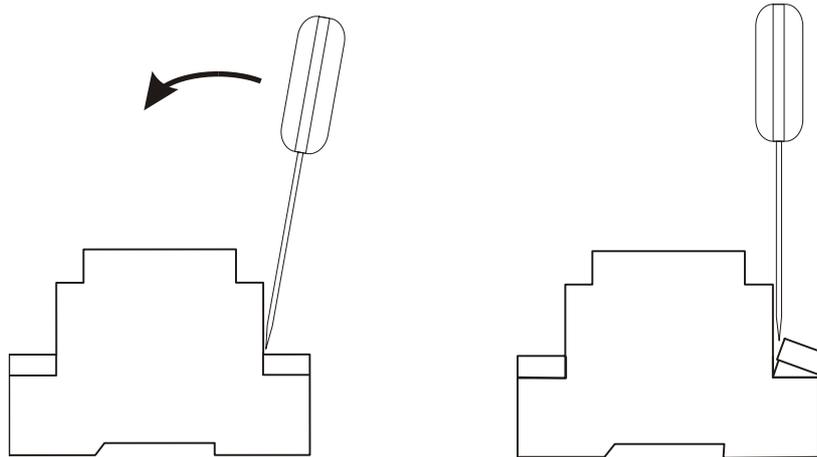
Ein weiteres Merkmal des PadPuls ist die Stichtagsfunktion. Der Anwender kann für alle Kanäle jeweils einen jährlichen Stichtag setzen. Über die integrierte Echtzeituhr mit Kalenderfunktion werden dann die aktuellen Zählerstände am konfigurierten Datum um 00:00 Uhr (Tageswechsel zum Stichtagsdatum) gesondert abgespeichert. Das Stichtagsdatum kann nachträglich verändert werden, ohne dass die bis dahin gültigen Stichtagszählerstände verloren gehen. Das sog. Einfrier-Kommando (Freeze) erlaubt zusätzlich ein sofortiges Auslösen der Stichtagsfunktion von einem M-Bus Master. Durch ein Freeze-Kommando an alle Pulsadapter in einem M-Bus System kann die Master-Software anschließend zeitgleiche Verbrauchswerte zur Aufstellung von Lastprofilen auslesen. Ab der Generation \$42 (M2C) bzw. \$15 (M4C) speichert der PadPuls automatisch die Anfangswerte der letzten 15 Monate für jeden Kanal ab. Diese Werte können jederzeit ausgelesen werden. Der Anwender kann entscheiden, ob die Monatswerte im M-Bus Telegramm übertragen werden oder nicht (Werkseinstellung).

Sämtliche Konfigurationsdaten werden in einem EEPROM gesichert. Zusätzlich werden die Zählerstände täglich ins EEPROM geschrieben. Sollte es einmal zu einem Totalausfall des PadPuls kommen (M-Bus aus und Batterie leer), liegen die Daten der letzten Sicherung bei Neustart des PadPuls wieder vor. Es besteht die Möglichkeit, die Gerätedaten gegen unbefugte Konfiguration zu schützen. Mit einem speziellen M-Bus-Telegramm kann der PadPuls in den Protection-Mode versetzt werden. In diesem Betriebszustand ist eine nachträgliche Veränderung der Geräteparameter nicht mehr möglich. Der Protection-Mode kann dann nur noch deaktiviert werden, indem das (verplombte) Gehäuse geöffnet und die „Unprotect“-Taste gedrückt wird.

2 Installation und Inbetriebnahme

2.1 Aktivieren

Bei fabrikneuem Gerät muß zur Inbetriebnahme des PadPuls M2C/M4C die obere Klemmenabdeckung am Gehäuse geöffnet (siehe Zeichnung) und der Jumper auf beide Pins gesteckt werden. Damit ist dann der Batteriebetrieb bzw. die Sicherungsfunktion bei M-Bus Ausfall aktiviert.



Nach Abnehmen der Abdeckung haben Sie Zugriff auf die folgenden Bedienelemente:

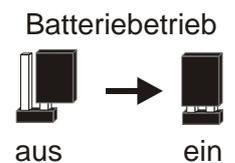
Nach der Installation des Jumpers sollten Sie den Deckel wieder aufsetzen und zum Schutz gegen unbemerkte Manipulationen mit einer Klebplombe sichern.

Wenn das Gerät längere Zeit gelagert werden soll, ist es ratsam, den Batteriebetrieb mittels des Jumpers zu deaktivieren, um die Batterie zu schonen.

Bei Verwendung des M-Bus wird der PadPuls über diesen mit Energie versorgt. Die interne Batterie wird dann nicht belastet. Erst bei Ausfall des M-Bus

übernimmt die Batterie automatisch die Energieversorgung. Dabei tritt kein Datenverlust auf und die Zählfunktion wird weiter gewährleistet. Der PadPuls entnimmt dem M-Bus im Ruhezustand max. 1.5mA Strom (eine M-Bus Standardlast).

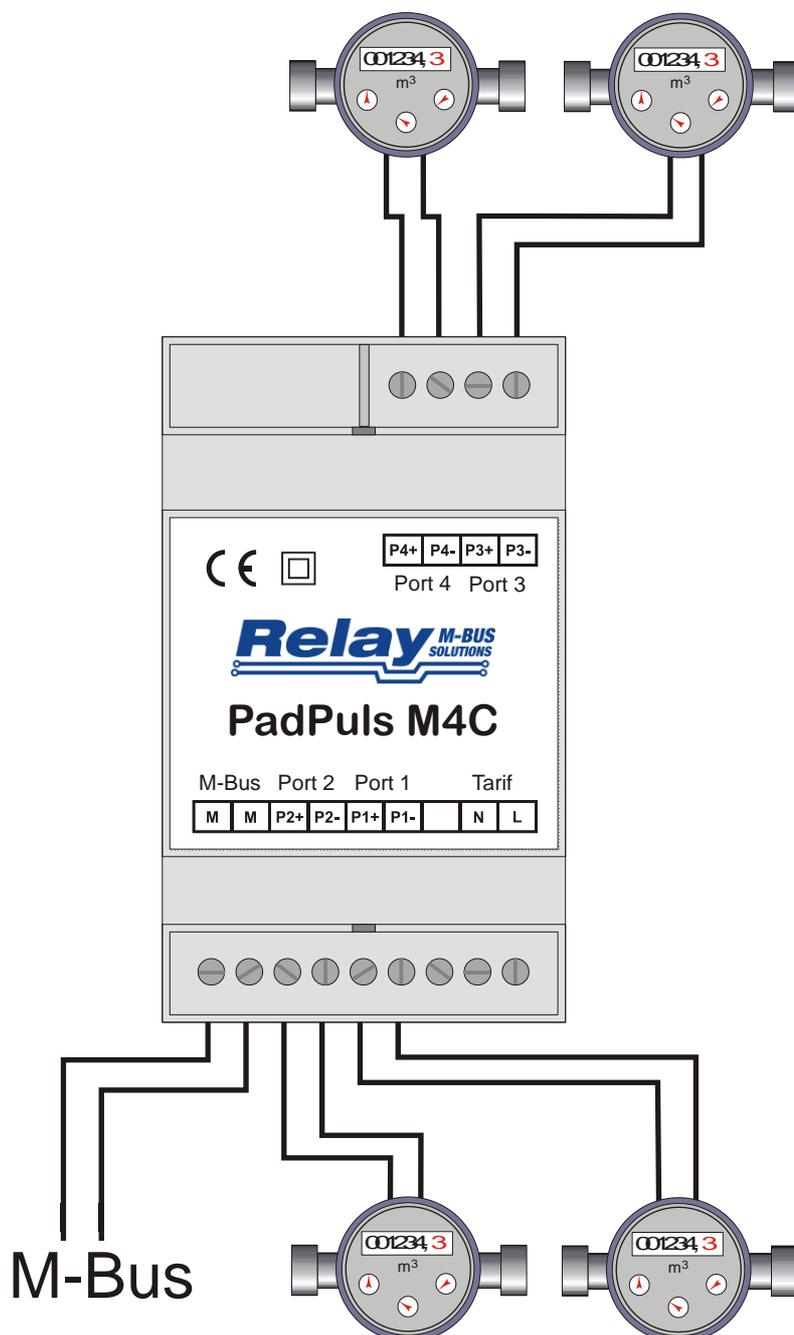
Batterie-Jumper Unprotect-Taste



2.2 Anschließen

2.2.1 Zwei-/Vier-Kanal Modus

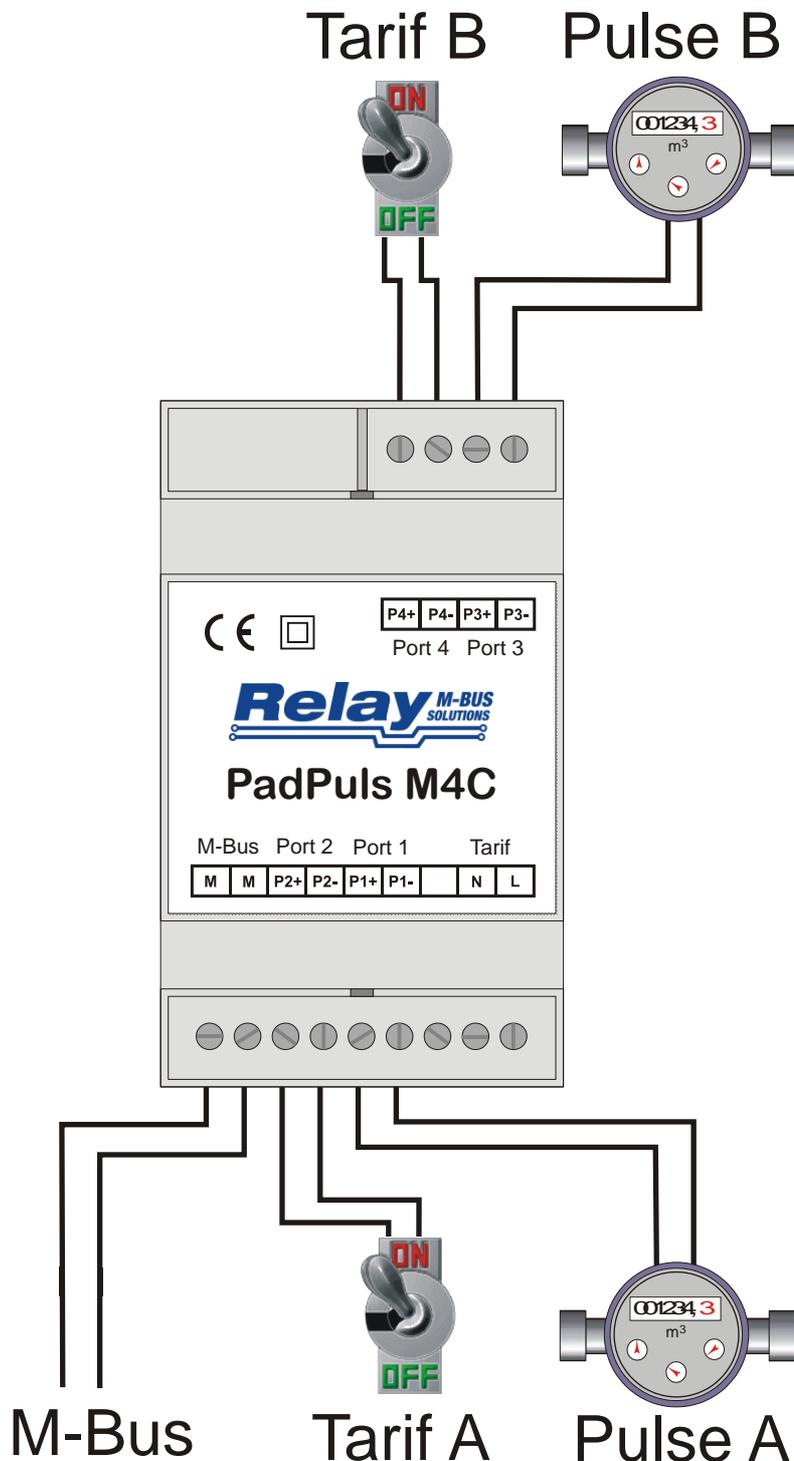
Die folgende Abbildung zeigt den Anschluß von vier Zählern mit potentialfreiem Impulsausgang an den PadPuls M4C. Als Anschlußleitung wird ein 2-adriges Kabel (Twisted Pair, NYM oder J-Y(St)Y) mit einer maximalen Länge von 10m empfohlen. Auf alle Fälle muß beachtet werden, daß die Gesamtkapazität der an einem Port angeschlossenen Anordnung 2nF (optional 12nF bei aktivierter langer Bestromung) nicht überschreiten darf. Eine evtl. vorhandene Schirmung kann zur Unterdrückung von eingestrahelten Störungen jeweils einseitig mit auf die mit „-“ bezeichnete Klemme gelegt werden.



- Beim PadPuls M2C sind die beiden Ports 3 und 4 nicht vorhanden!
- Wenn nicht alle Ports des PadPuls benutzt werden, sollte an dem jeweils ungenutzten Port kein Kabel angeschlossen werden. Die Kapazität eines leerlaufenden Kabels reduziert die Lebensdauer der Batterie im Betrieb ohne M-Bus Versorgung.
- Liegt die Pulsfrequenz über 18 Hz, können Fehlzählungen auftreten.

2.2.2 Tarif-Modus

Die folgendende Grafik stellt das Anschlußschema im Tarifmodus mit zwei Zählern als Pulsgeber und zwei potentialfreien Tarifsignalgebern dar:



Der Tarifmodus kann mit der Parametriersoftware MBCONF aktiviert werden. Diese Betriebsart verwenden Sie, wenn Sie einen 2-Tarifzähler mit nur einem gemeinsamen Impulsausgang und einem Tarifschaltersignal auf den M-Bus adaptieren wollen. Der Port1 ist dann der Eingang für die Impulse und der Port2 ist der Tarifschalter. Bei offenem Eingang Port2 zählt der PadPuls die Impulse auf Kanal 1 und bei geschlossenem Eingang Port2 auf Kanal 2. Alternativ kann ein Spannungssignal (230 VAC), z.B. ein Rundsteuerempfänger, als Tarifsignal dienen. Dieses wird an die Klemmen N (Nullleiter) und L (Phase) angeschlossen. Es kann auch ein zweiter Tarif B aktiviert werden. Dann ist Port3 der Impulseingang und Port4 der Tarifschalter.

Die Anforderungen an die Pulsgeber und Tarifsignalgeber entnehmen Sie bitte den technischen Daten. Es kann maximal eine Pulsfrequenz von 18Hz gezählt werden.

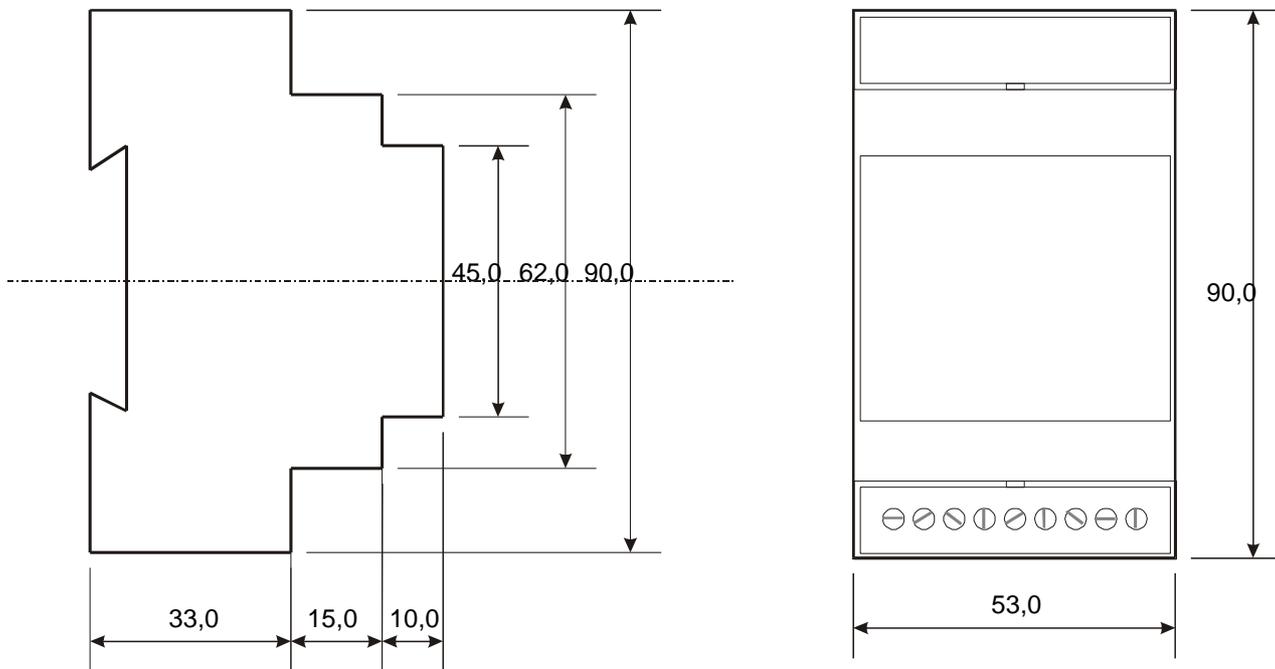
- Liegt die Pulsfrequenz über 18 Hz, können Fehlzählungen auftreten.

2.3 Montage des Gehäuses

Die Gehäuserückseite des PadPuls M2C / M4C besitzt eine spezielle Vorrichtung zur Anbringung auf einer Hutschiene nach DIN EN 50022. Bei der Wahl des Installationsortes muss auf folgende Punkte geachtet werden:

- Umgebungstemperatur: 0 bis 55°C
- Feuchte (nicht kondensierend): 10% bis 70%
- keine starke Staubentwicklung am Installationsort (Schutzart IP40)

Die folgenden Zeichnungen zeigen die mechanischen Abmessungen des Gerätes (alle Maße in mm):



Seitenansicht

Frontansicht

3 Parametrierung mit MBCONF

Die Konfiguration des Gerätes muss vom Kunden an die jeweilige Installation angepasst werden. Zur Parametrierung der aktuellen Version \$42 des PadPuls M2C bzw. \$15 des Padpuls M4C wird das Programm MBCONF ab Version 3.5 benötigt (Download unter www.relay.de). Ab der o.g. Version kann der Anwender zw. dem Kurztelegramm (rückwärts kompatibel zur Version \$41 bzw. \$14) und dem Langtelegramm mit zusätzlichen 15 Monatswerten, Versions-Nr., Fabrikations-Nr. und Error-Flags wählen.

3.1 Installation

Die Software MBCONF zum Parametrieren des Pulsadapters ist eine 32Bit-Applikation, die auf einem IBM-PC kompatiblen Rechner unter den Betriebssystemen Windows 10 / 8.1 / 7 / XP / 2000 / 98 / 95 ausgeführt werden kann. Der eingesetzte Desktop-PC oder Laptop muss eine freie serielle RS232C-Schnittstelle besitzen. Dort wird ein M-Bus Pegelwandler angeschlossen. Alternativ kann ein USB- oder Ethernet-zu-M-Bus Pegelwandler mit einem virtuellem Comport-Treiber verwendet werden. Wir empfehlen unser Service-Tool Micro-Master USB (Art.Nr. MR003USB). Der einzurichtende PadPuls muss in 1:1-Verbindung (d.h. als einziges M-Bus Gerät) mit dem M-Bus - Ausgang des Pegelwandlers verbunden werden.

Zur Installation der Software starten Sie bitte die Datei „MBCONF_SETUP.EXE“ aus dem Windows Explorer oder über „Start - Ausführen“. Sie können anschließend die Sprache des Installationsprogrammes wählen. Auf Wunsch wird eine Programmgruppe und eine Verknüpfung auf dem Desktop angelegt. Beide Sprachversionen Deutsch und Englisch können danach wahlweise aus dem Startmenü oder direkt vom Desktop gestartet werden.

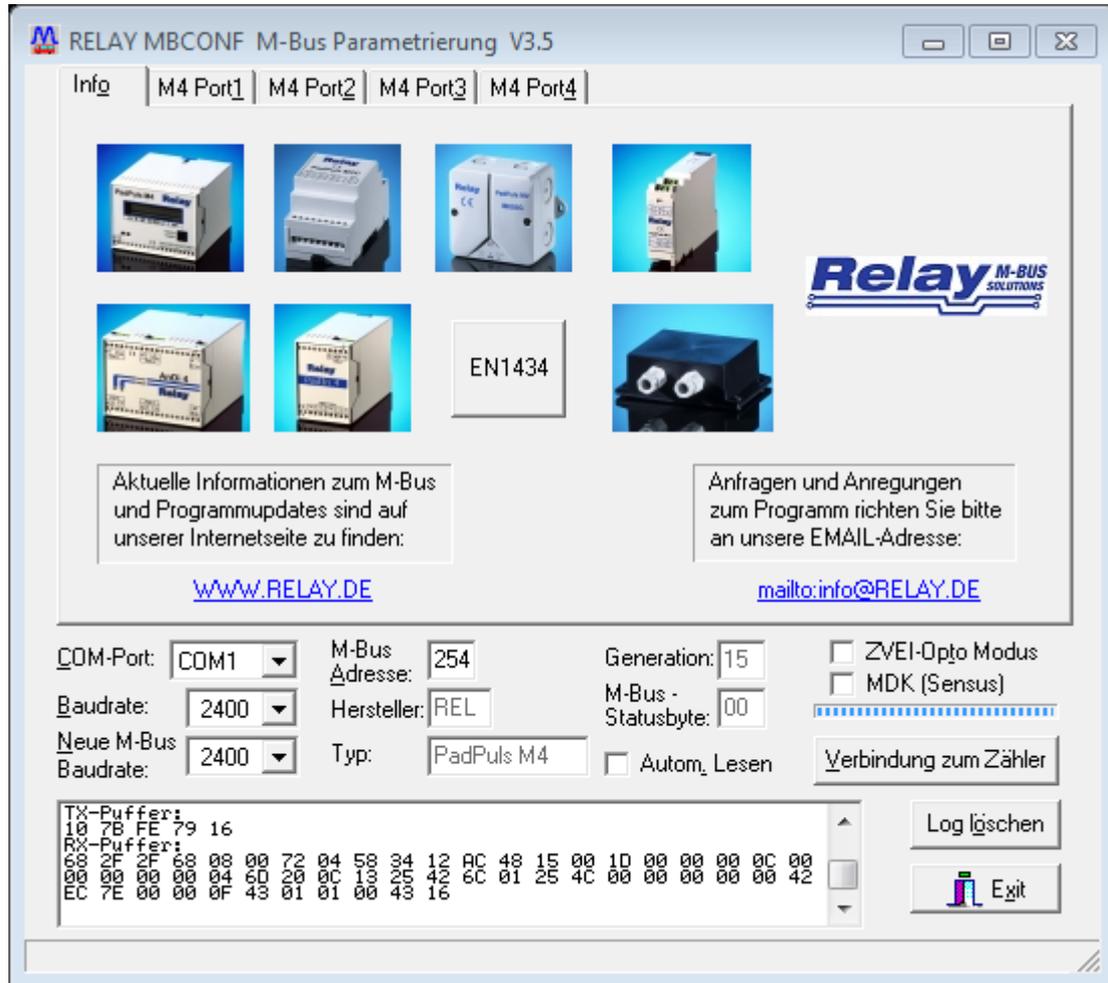
3.2 Bedienung

Nach Programmstart kann die Bedienung entsprechend den Windows-Konventionen mit der Maus oder der Tastatur erfolgen. Verweilt man mit der Maus auf einem Knopf oder Eingabefeld, so erscheint ein Hinweis auf dessen Funktion. Hellgraue Felder und Boxen sind nicht editierbar.

Viele Eingabefelder und Schaltflächen haben einen unterstrichenen Buchstaben. Die Funktion kann durch gleichzeitiges Drücken der Tasten [ALT] und dem jeweiligen Buchstaben aktiviert werden. Innerhalb von Dialogen kann der Cursor mit den Tasten [TAB] bzw. [SHIFT][TAB] vor und zurück bewegt werden. [SPACE] aktiviert oder deaktiviert Auswahlfelder. Mehrfachauswahlen (Pfeil am rechten Rand) können mit [↓] aktiviert werden. Die Auswahl erfolgt dann mit [↓] und [↑]. Mit [RETURN] wird die Auswahl übernommen. Mit [ESC] wird die Auswahl ohne Übernahme verlassen.

Die Programmoberfläche ist als Karteikartensystem gestaltet. Die Kartei-Karte „Info“ beinhaltet allgemeine Einstellungen zur Kommunikationsaufnahme mit dem zu parametrierenden M-Bus Gerät. Hier lassen sich z.B. der COM-Port des PC's, die Baudrate des PC's, die Baudrate des M-Bus Gerätes und die zur Kommunikation zu verwendende M-Bus Primäradresse einstellen. Nach einem erfolgreichen Verbindungsaufbau mit dem M-Bus Gerät, werden weitere Herstellerinformationen in der Karteikarte „Info“ und zusätzliche, gerätespezifische Karteikarten angezeigt.

3.3 Karteikarte Info



Diese Karteikarte zeigt einige Fotos der unterstützten M-Bus Geräte aus der Produktpalette der Relay GmbH, der PadMess GmbH und weiterer Hersteller. Hier finden sich auch Links zur Internetseite, von der die aktuelle Version des Programmes geladen werden kann und zur Email-Adresse für Kritik und Anregungen zum Programm. Das untere Drittel dieser Karte ist in jeder anderen Karte ebenfalls sichtbar. Hier sind folgende Eingabefelder und Knöpfe immer erreichbar:

COM-Port

gibt die serielle Schnittstelle des Parametrierrechners an, an der der M-Bus Pegelwandler angeschlossen ist. Der eingestellte Port wird in der zum Programm gehörigen INI-Datei hinterlegt, sodass bei einem Neustart des Programms kein Konfigurieren mehr notwendig ist.

Baudrate

gibt die Schnittstellengeschwindigkeit des Parametrierrechners an. Sie kann 300, 2400 oder 9600 Baud betragen und entspricht der momentan benutzten M-Bus Baudrate. Achtung, nicht alle auf dem Markt erhältlichen M-Bus Pegelwandler unterstützen Baudraten oberhalb von 2400 Baud! Die eingestellte Baudrate muss der Baudrate des M-Bus Gerätes entsprechen

(siehe auch: Neue Baudrate). Der PadPuls M2C / M4C ab Generation \$42 / \$15 unterstützt die Baudraten 300, 2400 und 9600 Bd.

Neue M-Bus Baudrate	ermöglicht die Umstellung der Baudrate des M-Bus Gerätes. Zu diesem Zweck ist im zugehörigen Auswahlfeld die neue Baudrate einzustellen. Anschließend wird dem Modul über den M-Bus die neue Baudrate mitgeteilt. Wenn das M-Bus Modul dieses Kommando verstanden hat, so quittiert es noch in der alten Baudrate mit dem Einzelzeichen „\$E5“ (\$ für hexadezimale Schreibweise). Erst dann schaltet es auf die neue Baudrate um. Dieser Knopf wird für den PadPuls nicht benötigt, da dieser die vom Master verwendete Baudrate automatisch erkennt.
M-Bus Adresse	ist die M-Bus Primäradresse des angeschlossenen M-Bus Gerätes. In einer 1:1-Verbindung (1 Adapter am M-Bus) kann die Broadcast-Adresse 254 benutzt werden. Auf die Adresse 254 muss jedes M-Bus Endgerät antworten. Die Voreinstellung bei Programmstart ist 254.
Verbindung zum Zähler	dient zur Anforderung von Daten aus dem M-Bus Endgerät mit automatischer Erkennung des Gerätetyps. Die Felder „Hersteller“, „Generation“, „Typ“ und „M-Bus Statusbyte“ werden mit den gelesenen Daten aktualisiert. Abhängig von Hersteller und Typ des M-Bus Gerätes werden anschließend neue Karteikarten angelegt. Beim PadPuls wird für jeden Kanal eine eigene Karteikarte erstellt (Beschriftung: „M2 Port1“ für den ersten Kanal, „M2 Port2“ für den zweiten Kanal usw.).
Hersteller	ist ein Feld, das nach erfolgreichem Lesen („Verbindung zum Zähler“) die 3-stellige M-Bus Herstellerkennung (ASCII-Großbuchstaben) anzeigt. Das Feld ist nicht editierbar (read only).
Generation	zeigt die Version des angeschlossenen M-Bus Moduls an. Das Feld ist nicht editierbar (read only).
Typ	zeigt den Typ (hier: PadPuls M4) des angeschlossenen Gerätes an. Das Feld ist nicht editierbar (read only).
Status	zeigt den M-Bus Status des angeschlossenen Gerätes an. Das Feld ist nicht editierbar (read only).
ZVEI-Opto Modus	ist dieser Schalter aktiviert, so können Geräte mit optischer Schnittstelle und Protokoll nach EN1434-3 mit Hilfe eines Optokopfes ausgelesen und parametrisiert werden.
MDK (Sensus)	Dieser Schalter aktiviert die Auslesung mit einem MDK von Sensus.
Autom. Lesen	ist dieser Schalter aktiviert, so liest das Programm nach jedem Schreiben die Werte des Gerätes automatisch wieder ein.

Log-Fenster

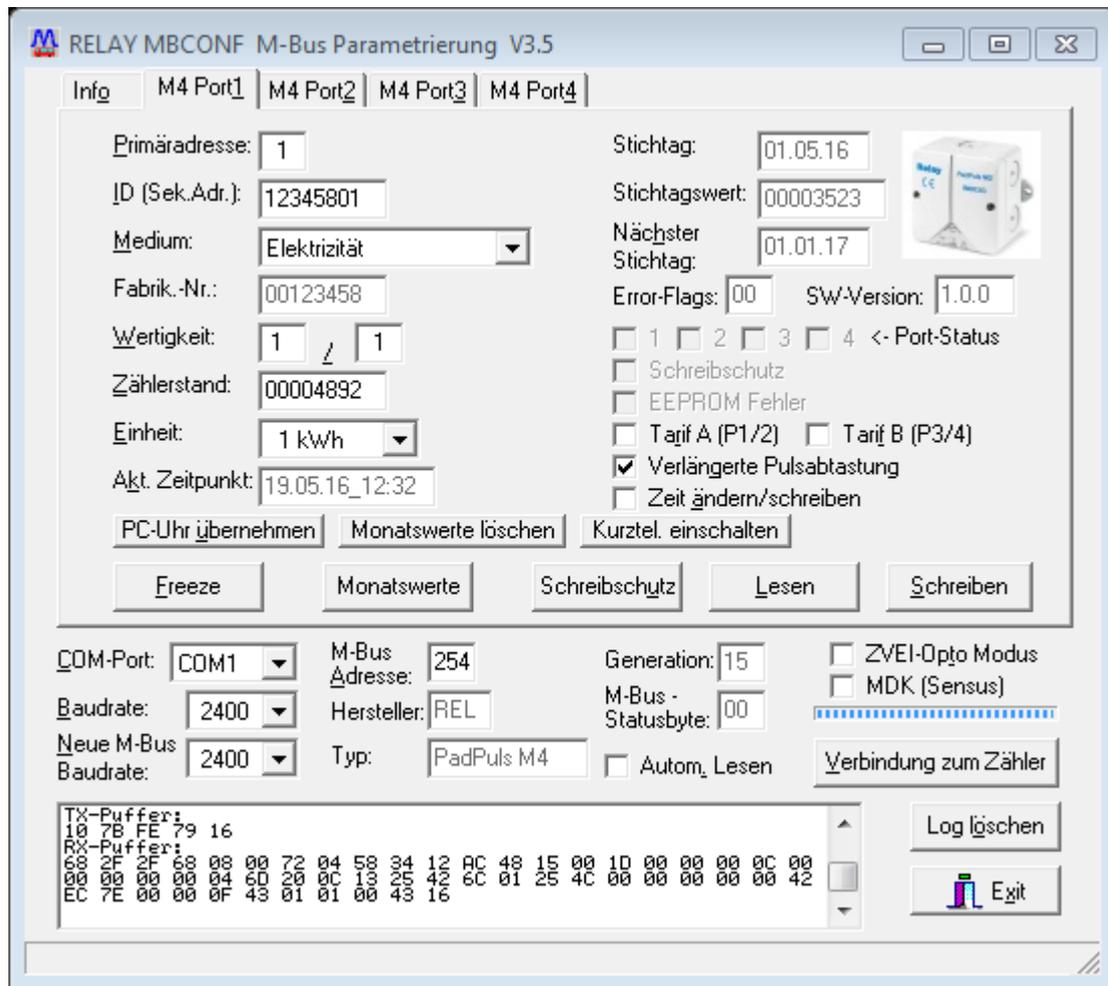
Das sogenannte Log-Fenster ist immer sichtbar. Alle Telegramme der M-Bus Kommunikation werden in diesem Fenster protokolliert. Daten werden in hexadezimaler Darstellung angezeigt. Es ist möglich, Ausgaben im Log-Fenster zu markieren und mit der Tastenkombination „CTRL-C“ in die Zwischenablage zu übernehmen. Von dort können sie leicht in eine Textverarbeitung zwecks Dokumentation übernommen werden. Sobald die maximale Speicherkapazität des Fensters erreicht ist, werden keine Daten mehr eingetragen. Wenn Sie dann weiter protokollieren wollen, müssen Sie die vorhandenen Daten löschen.

Die folgenden Knöpfe sind ebenfalls immer sichtbar.

Log löschen löscht alle Ausgaben im Log-Fenster.

Exit beendet das Programm und schreibt die aktuelle Einstellung für die Auswahl der seriellen Schnittstelle in die INI-Datei.

3.4 Karteikarten M2 Port1 bis Port4



RELAY MBCONF M-Bus Parametrierung V3.5

Info | M4 Port1 | M4 Port2 | M4 Port3 | M4 Port4

Primäradresse: 1 Stichtag: 01.05.16

ID (Sek.Adr.): 12345801 Stichtagswert: 00003523

Medium: Elektrizität

Fabrik.-Nr.: 00123458 Nächster Stichtag: 01.01.17

Wertigkeit: 1 / 1 Error-Flags: 00 SW-Version: 1.0.0

Zählerstand: 00004892

Einheit: 1 kWh

Akt. Zeitpunkt: 19.05.16_12:32

1 2 3 4 <- Port-Status
 Schreibe Schutz
 EEPROM Fehler
 Tarif A (P1/2) Tarif B (P3/4)
 Verlängerte Pulsabtastung
 Zeit ändern/schreiben

COM-Port: COM1 M-Bus Adresse: 254 Generation: 15 ZVEI-Opto Modus
 Baudrate: 2400 Hersteller: REL M-Bus - Statusbyte: 00 MDK (Sensus)

Neue M-Bus Baudrate: 2400 Typ: PadPuls M4 Autom. Lesen

TX-Puffer:
 10 7B FE 79 16
 RX-Puffer:
 68 2F 2F 68 08 00 72 04 58 34 12 AC 48 15 00 10 00 00 00 0C 00
 00 00 00 00 04 60 20 0C 13 25 42 6C 01 25 4C 00 00 00 00 00 42
 EC 7E 00 00 0F 43 01 01 00 43 16

Diese Karteikarte zeigt die aktuellen Einstellungen und Werte des jeweiligen Pulseinganges des PadPuls M2/M4 (im Beispiel: M4C Port 1 im Modus „Langtelegramm“). Über die folgenden Eingabefelder und Knöpfe können die Parameter des Pulsadapters verändert werden:

Primäradresse ist die M-Bus Adresse des angewählten Ports. Bei Neuvergabe der Primäradresse kann in dieses Feld ein Wert zwischen 0 und 250 eingetragen werden. Erst durch Betätigen des Knopfes „Schreiben“ werden dem M-Bus Modul die Primäradresse und weitere veränderbare Einstellungen dieser Karteikarte mitgeteilt.

ID (Sek.Adr.) ist die 8-stellige M-Bus ID, die auch zur Sekundäadressierung des Ports benutzt wird. Ab Werk: ID = 6-stellige Fab.Nr. + Kanal-Nr. (01 bis 02 bzw. 04).

Medium beschreibt das zu messende Medium des ausgewählten Pulsadapters. Beispiel: Öl, Wasser, Wärme, Elektrizität

Fabrik-Nr.	ist die Fabrikations-Nummer (Serien-Nummer) des Gerätes. Daraus leiten sich die voreingestellten IDs aller Kanäle ab: ID = letzte 6 Stellen der Fabrik-Nr. plus 2-stellige Kanal-Nr. Das Feld ist nicht editierbar (read only) und wird nur angezeigt, wenn der Kanal auf Langtelegramm konfiguriert ist.
Wertigkeit	ist die Bewertung (der Multiplikator) eines Pulses des angeschlossenen Zählers. Für jeden registrierten Puls wird „Wertigkeit“ auf den Zählerstand addiert. Der Zähler kann Werte zwischen 0 (keine Zählung) und 99, der Nenner zw. 1 und 256 annehmen.
Einheit	ist die physikalische Einheit für den Zählerstand und die Wertigkeit. Alle sinnvollen Einheiten mit Zehnerpotenz aus der DIN EN 13757-3 werden in der Auswahlliste angeboten. Beispiele: m ³ , kWh, MJ
Zählerstand	ist der aufsummierte Zählerstand. Dieser ist mit der o.a. Einheit zu bewerten. Der Zählerstand kann zum Abgleich des Pulsadapters mit dem angeschlossenen Zähler programmiert werden. Der Wertebereich ist 0 bis 99999999.
Akt. Zeitpunkt	ist das aktuelle Datum und Uhrzeit der zählerinternen Uhr im Format DD.MM.YY_hh.mm. Diese Feld kann nur editiert und im PadPuls geändert werden, wenn der Schalter „Zeit ändern / schreiben“ aktiviert ist. Der Knopf „PC-Uhr übernehmen“ überträgt einmalig den aktuellen Zeitpunkt des PCs in dieses Fenster. Die Uhrzeit und das Datum gelten immer für alle Ports des PadPuls. Die interne Uhr verfügt nicht über eine Umschaltung zw. Winter- und Sommerzeit!
Stichtag	ist das letzte Stichtagsdatum (Datum der letzten Speicherung des Stichtagswertes) im Format DD.MM.YY. Das Feld ist nicht editierbar.
Stichtagswert	ist der zu o.g. Datum abgespeicherte Zählerstand. Das Feld ist nicht editierbar (read only).
Nächster Stichtag	ist das nächste Stichtagsdatum (Datum der nächsten Speicherung des Stichtagswertes) im Format DD.MM.YY. Abgespeichert wird um 00:00 Uhr des Stichtages, z.B. bei nächster Stichtag 01.01. beim Wechsel vom 31.12. 23:59 Uhr auf den 01.01. 00:00 Uhr. Das Feld ist nur editierbar und programmierbar, wenn der Schalter „Zeit ändern / schreiben“ aktiviert ist.
Error-Flags	8 Bits für EEPROM-Fehler Stichtags- u. Monatswerte. \$00 = kein Fehler
SW-Version	Firmware-Version, z.B. V1.0.0. Das Feld ist nicht editierbar (read only).
Port-Status	zeigt den aktuellen Zustand aller Ports an (markiert: Kontakt geschlossen). Das Feld ist nicht editierbar (read only).

Schreibschutz	ist markiert, wenn das Gerät gegen Parametrierung geschützt ist. In diesem Fall kann keine Parametrierung erfolgen. Der Schreibschutz kann durch Öffnen des plombierbaren Gehäuses und Betätigen des Unprotect-Tasters zurückgenommen werden.
EEPROM Fehler	ist markiert, wenn ein Fehler beim Lesen des unverlierbaren Speichers aufgetreten ist. Parametrierung ist unbedingt erforderlich!
Tarif A (P1/2)	dient zur Aktivierung des Tarifmodus für Port 1 und 2. Wenn das Kontrollkästchen markiert ist, wird beim Schreiben der Parametrierung der Tarifmodus aktiviert. Dann ist der Port 1 der Pulseingang und der Port 2 bzw. der Anschluss N/L der Tarifumschalter. Bei offenem Tarifschalter werden die Pulse von Port 1 auf den Zählerstand von Port 1 addiert (Haupttarif). Bei geschlossenem Kontakt werden die Pulse von Port 1 auf den Zählerstand von Port 2 addiert (Nebentarif).
Tarif B (P3/4)	dient zur Aktivierung des Tarifmodus für Port 3 und 4. Wenn das Kontrollkästchen markiert ist, wird beim Schreiben der Parametrierung der Tarifmodus aktiviert. Dann ist der Port 3 der Pulseingang und der Port 4 der Tarifumschalter.
Verlängerte Pulsabtastung	aktiviert auf allen Kanälen eine längere Bestromung des Kontakteinganges. Dann können größere Kapazitäten oder viele der elektronischen S0-Pulsgeber (Optokoppler mit Kapazitäten) an den Pulseingängen angeschlossen werden. Bei Auslieferung ab Werk ist die lange Pulsabtastung eingeschaltet. Die Lebensdauer der Batterie im reinen Batteriebetrieb bei M-Bus Ausfall kann durch Deaktivieren der verlängerten Pulsabtastung um ca. 10% erhöht werden.
Zeit ändern / schreiben	die Aktivierung dieses Kontrollkästchens ermöglicht die Editierung und Programmierung des „Akt. Zeitpunktes“ und des „Nächsten Stichtages“. Nach erfolgter Parametrierung mit „Schreiben“ wird der Schalter wieder deaktiviert.
PC-Uhr übernehmen	übernimmt das aktuelle Datum und die Uhrzeit aus dem PC und trägt diese Daten in das Eingabefeld „Akt. Zeitpunkt“ ein.
Monatswerte löschen	löscht alle vorhandenen Monatswerte (nur im Langtelegramm-Modus).
Langtel einschalten	sendet ein Kommando zum PadPuls zur Umschaltung auf das Langtelegramm (incl. Monatswerte, Fabr.Nr., Version und Error Flags).
Kurztel einschalten	sendet ein Kommando zum PadPuls zur Umschaltung auf das Kurztelegramm (ohne Monatswerte, Fabr.Nr., Version und Error Flags).

- Freeze** sendet ein Kommando zum PadPuls zum Einfrieren (Freeze) des Zählerstandes. Der PadPuls kopiert daraufhin alle aktuellen Zählerstände in die Stichtagswerte und das aktuelle Datum in die Stichtagsdaten. Dieses Verhalten entspricht dem Verhalten zum Stichtag. Mit diesem Kommando können alle Pulsadapter eines kompletten Bussystems zum gleichzeitigen Abspeichern der Zählerstände aufgefordert werden (Broadcast-Adresse 255). Anschließend kann der Master ohne Zeitdruck alle Zähler nacheinander auslesen (Lastprofil).
- Monatswerte** Zeigt die 15 Monatswerte in aufsteigender Reihenfolge in einem Fenster an.
- Schreibschutz** sendet ein Kommando zum PadPuls zur Aktivierung des Schreibschutzes. Der PadPuls M2 lässt danach keine Parametrierung mehr zu und ist somit gegen unbemerkte Manipulation gesichert.
- Lesen** aktualisiert die M-Bus Daten auf der angewählten Karteikarte. Auch die nicht modifizierbaren Daten werden aktualisiert.
- Schreiben** sendet die aktuellen Einstellungen zum Pulsadapter, die dort unverlierbar in einem EEPROM gesichert werden. Die Variablen werden nur bei gelöschtem Schreibschutz vom PadPuls übernommen. Es empfiehlt sich die Parametrierung durch anschließendes Lesen zu überprüfen.

Hinweise:

1. Die Variablen „Akt. Zeitpunkt“, „Schreibschutz“, und „Verlängerte Pulsabtastung“ und das „Freeze“-Kommando gelten für alle Ports des PadPuls. Sie brauchen diese deshalb nur in einer der zwei bzw. vier Karteikarten bearbeiten. Achtung: Ab der Generation \$42 / \$15 ist die Variable „Nächster Stichtag“ individuell für jeden Kanal. Den Schreibschutz sollten Sie erst nach erfolgreicher Konfiguration beider Kanäle setzen.
2. Bei Anschluss eines neuen Gerätes müssen Sie zuerst den Knopf „Verbindung zum Zähler“ betätigen. Anschließend werden die Karteikarten auf den passenden Stand gebracht.
3. Beispiele für Konfiguration von Pulswertigkeit und Einheit:
 - Wasserzähler mit Zählerstand 45120 l und 1 Puls = 10 l:
Wahl 1: Einheit = 10 l, Wertigkeit = 1 / 1, Zählerstand = 4512 (x 10 l)
Wahl 2: Einheit = 1 l, Wertigkeit = 10 / 1, Zählerstand = 45120 (x 1 l)
 - Elektrizitätszähler mit Zählerstand 78346 kWh und 64 Pulse / kWh:
Wahl: Einheit = 1kWh, Wertigkeit = 1 / 64, Zählerstand = 78346 (x 1kWh)
 - Elektrizitätszähler mit Zählerstand 112,345 kWh und 1000 Pulse / kWh:
Wahl: Einheit = 1Wh, Wertigkeit = 1 / 1, Zählerstand = 1123454 (x 0,001Wh)
4. Bei eingeschalteter Tarifoption werden die Pulse mit den Einstellungen des jeweiligen Ports bewertet. Sie sollten unbedingt darauf achten, dass für die beiden Ports die gleiche Wertigkeit und Einheit eingestellt ist.

4 M-Bus Telegramme

4.1 RSP_UD im Kurztelegramm-Modus

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bezeichnung:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	ID ₀	ID ₁	ID ₂	ID ₃	Man ₀
Wert (hex):	68	2F	2F	68	08		72					AC

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Man ₁	Gen	Med	TC	Status	Sig ₀	Sig ₁	DIF1	VIF1	Stand ₀	Stand ₁	Stand ₂	Stand ₃	DIF2
48					00	00	0C						04

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
VIF2	Date ₀	Date ₁	Date ₂	Date ₃	DIF3	VIF3	LeStD ₀	LeStD ₁	DIF4	VIF4	StStn ₀	StStn ₁	StStn ₂
6D					42	6C			4C				

41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
StStn ₃	DIF5	VIF5	VIFE5	StDat ₀	StDat ₁	DIF6	Info	Zähler	Nenner	PStat	CS	Stop
	42	EC	7E			0F						16

Bytefolge des RSP_UD (Kurztelegramm)

- A: Primäradresse
- ID₀₋₃: Identifikationsnummer für Sekundäradressierung
- Man₀₋₁: Herstellerkürzel
- Gen: Programmversion (M2C: z.Zt. \$42, M4C: z.Zt. \$15)
- Med: Medium
- TC: Transmission Counter (Anzahl gesendeter RSP_UD)
- Status: gesetztes höchstwertiges Bit (Bit 7) → schreibgeschützt
 gesetztes Bit 3 (permanenter Fehler) → EEPROM-Fehler
- VIF1=VIF4: eingestelltes VIF (value information field, physikalische Einheit)
- Stand: zum Zeitpunkt der Auslesung aktueller Zählerstand
- Date: aktuelles Datum (EN13757-3: Datentyp F)
- LeStD: letztes Stichdatum, Erstelldatum des folgenden Stichtagszählerstandes (EN13757-3: Datentyp G)
- StStn: Stichtagszählerstand
- StDat: zukünftiges Stichtagsdatum
- Info: Informationsbyte (Tarif und Abtastmethode)
- Zähler: Zähler der Pulswertigkeit (1..99)
- Nenner: Nenner der Pulswertigkeit (1..255, 0 -> 256)
- PStat: Portstatus (aktueller Kontaktzustand an den Porteingängen)

$$1 \text{ Puls} = \frac{\text{Zähler}}{\text{Nenner}} * \text{VIF}$$

Byte 48 (Info)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Wert (bin)	x	Abtastung	Tarif B	Tarif A	0	0	Anwahl1	Anwahl0

Anwahl: Nummer des Hardware-Ports, von dem die Daten stammen

00: Port1, 01: Port2, 10: Port3, 11: Port4

Tarif A: Tarifgruppe A (Port 1 = Zähleringang, Port2 = Zähleringang/Tarifsignal)

0: Tarif deaktiviert (Port2=Zähleringang), 1: Tarif aktiviert (Port2=Tarifsignal)

Tarif B: Tarifgruppe B (Port 3 = Zähleringang, Port4 = Zähleringang/Tarifsignal)

0: Tarif deaktiviert (Port4=Zähleringang), 1: Tarif aktiviert (Port4=Tarifsignal)

Abtastung: Dauer einer Einzelabtastung

0: kurz (0.5ms), 1: lang (1.5ms)

Nr.	Unit	Tarif	Storage	Datentyp	Wert	Funktion	Beschreibung
1	0	0	0	BCD8	00001678	Inst.	Energie [kWh]
2	0	0	0	INT4	26.04.2016 13:37	Inst.	Aktuelles Datum und Zeit
3	0	0	1	INT2	01.01.2016	Inst.	Stichtagsdatum
4	0	0	1	BCD8	00001541	Inst.	Energie zum Stichtag [kWh]
5	0	0	1	INT2	01.01.2017	Inst.	Nächstes Stichtagsdatum
6	0	0	0	Special	00 01 01 00	Inst.	Herstellerspezifische Daten

Beispiel für ein Kurztelegramm

4.2 RSP_UD im Langtelegramm-Modus

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bezeichnung:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	ID ₀	ID ₁	ID ₂	ID ₃	Man ₀
Wert (hex):	68	BA	BA	68	08		72					AC

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Man ₁	Gen	Med	TC	Status	Sig ₀	Sig ₁	DIF1	VIF1	Stand ₀	Stand ₁	Stand ₂	Stand ₃	DIF2
48					00	00	0C						04

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
VIF2	Date ₀	Date ₁	Date ₂	Date ₃	DIF3	VIF3	LeStD ₀	LeStD ₁	DIF4	VIF4	StStn ₀	StStn ₁	StStn ₂
6D					42	6C			4C				

41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
StStn ₃	DIF5	VIF5	VIFE5	StDat ₀	StDat ₁	DIF6	VIF6	FabN ₀	FabN ₁	FabN ₂	FabN ₃	DIF7	DIFE7
	42	EC	7E			0C	78					89	04

55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
VIF7	VIFE7	Size	DIF8	DIFE8	VIF8	VIFE8	Interv	DIF9	DIFE9	VIF	MDat ₀	MDat ₁
FD	22	15	89	04	FD	28	01	82	0B	6C		

68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
DIF10	DIFE10	VIF1	M ₁ ST ₀	M ₁ ST ₁	M ₁ ST ₂	M ₁ ST ₃	DIF11	DIFE11	VIF1	M ₂ ST ₀	M ₂ ST ₁	M ₂ ST ₂	M ₂ ST ₃
8C	04						CC	04					

82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
DIF12	DIFE12	VIF1	M ₃ ST ₀	M ₃ ST ₁	M ₃ ST ₂	M ₃ ST ₃	DIF13	DIFE13	VIF1	M ₄ ST ₀	M ₄ ST ₁	M ₄ ST ₂	M ₄ ST ₃
8C	05						CC	05					

...

159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172
DIF23	DIFE23	VIF1	M ₁₄ ST ₀	M ₁₄ ST ₁	M ₁₄ ST ₂	M ₁₄ ST ₃	DIF24	DIFE24	VIF1	M ₁₅ ST ₀	M ₁₅ ST ₁	M ₁₅ ST ₂	M ₁₅ ST ₃
CC	0A						8C	0B					

173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186
DIF25	DIFE25	VIF1	SLen	VER ₀	VER ₁	VER ₂	VER ₃	VER ₄	DIF26	VIF26	VIFE26	ErrFlag	DIF6
0D	FD	0F	05		2E		2E		01	FD	17		0F

187	188	189	190	191	192
Info	Zähler	Nenner	PStat	CS	Stop
					16

Bytefolge des RSP_UD Langtelegramm)

- FabN₀₋₃: Fabrikationsnummer
 MDat₀₋₁: Datum des Monatswertes mit Stichtags-Nr. = 22 (jüngster Monat)
 MxST₀₋₃: Monatswert (Anfangswert) Nr. X (X = 1..15 entspricht Stichtags-Nr. 8..22)
 VER₀₋₅: Version der Firmware im Format als String x.y.z (Beispiel: 1.0.0)
 ErrFlag: Error-Flags, binär

Unit	Tarif	Storage	Datentyp	Wert	Funktion	Beschreibung
0	0	0	BCD8	00688888	Inst.	Volumen [I]
0	0	0	INT4	26.04.2016 13:45	Inst.	Aktuelles Datum und Zeit
0	0	1	INT2	01.01.2016	Inst.	Stichtagsdatum
0	0	1	BCD8	00067890	Inst.	Volumen zum Stichtag [I]
0	0	1	INT2	01.01.2017	Inst.	Nächstes Stichtagsdatum
0	0	0	BCD8	00776655	Inst.	Fabrikations-Nummer
0	0	8	BCD2	15	Inst.	Anzahl Speicherwerte
0	0	8	BCD2	01	Inst.	Intervall der Speicherwerte (Monate)
0	0	22	INT2	01.04.2016	Inst.	Datum des Speicherwert Nr. 22
0	0	8	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I], ältester Monatswert
0	0	9	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	10	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	11	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	12	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	13	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	14	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	15	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	16	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	17	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	18	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	19	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	20	BCD8	00000000	Inst.	Volumen [I]
0	0	21	BCD8	00061756	Inst.	Volumen [I]
0	0	22	BCD8	00063250	Inst.	Volumen [I], jüngster Monatswert
0	0	0	Var.	1.0.0	Inst.	Software Version #
0	0	0	INT1	0	Inst.	Error Flags (binary)
0	0	0	Special	09 01 01 00	Inst.	Herstellerspezifische Daten

Beispiel für ein Langtelegramm

4.3 SND_UD Telegramme (Parametrierung)

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bezeichnung:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	DIF1	VIF1	Anw.	DIF2	VIF2
Wert (hex):	68			68	53		51	01	7F		01	7A

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
PAdr	DIF3	VIF3	ID ₀	ID ₁	ID ₂	ID ₃	Man ₀	Man ₁	Gen	Med	DIF4	VIF4	Stand ₀
	07	79					AC	48			0C		

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Stand ₁	Stand ₂	Stand ₃	DIF5	VIF5	Date ₀	Date ₁	Date ₂	Date ₃	DIF6	VIF6	StDat ₀	StDat ₁	DIF7
			04	6D					42	6C			0F

41	42	43	44	45
Opt.	Zähler	Nenn.	CS	Stop
				16

SND_UD-Telegramm

Abkürzungen siehe RSP_UD.

Anw: angewählter Port (bei Adressierung über 254), 0=Port1, 1=Port2, 2=Port3, 3=Port4
 PAdr: eingestellte (neue) Primäradresse des Ports
 Zähler: Zähler der Impulswertigkeit (1..99, BCD-Format !)
 Nenner: Nenner der Impulswertigkeit (1..255, Binär-Format !)
 Option: Optionsbyte (Tarif, Abtastung). Bit-Belegung wie Info (Byte 48 RSP_UD).

Der PadPuls analysiert die einzelnen Datenrecords anhand des DIF. Daher darf die Reihenfolge der Records variieren. Ausnahme: 0C VIF Stand_{0..4} muss an Position 24 beginnen. Es ist auch möglich, nur einen Teil des oben aufgeführten SND_UD zu senden. Der herstellerspezifische Anhang des Telegramms wird immer zuerst ausgewertet und muss daher auf jeden Fall vorhanden sein.

Der optionale Record „DIF1 VIF1 Anw“ dient zur Anwahl des Kanals bei Verwendung der Globaladresse 254. Dieser muss unbedingt an der genannten Stelle (1. Record) im Telegramm stehen.

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bezeich.:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	DIF	Prot.	CS	Stop
Wert (hex):	68	05	05	68	53		51	0F	55		16

Protection-Telegramm

Beim Empfang dieses Telegramms an eine gültige Primäradresse wird der Schreibschutz aktiviert.

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bezeich.:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	DIF	VIF	Anw.	CS	Stop
Wert (hex):	68	06	06	68	53		51	01	7F			16

Anwahl-Telegramm (neue Methode)

Anw. spezifiziert den Port des PadPuls , der bei einem REQ_UD2 an Adresse 254 antwortet.
00: Port1, 01: Port2, 10: Port3, 11: Port4

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bezeich.:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	CS	Stop
Wert (hex):	68	03	03	68	53		54		16

Freeze-Telegramm

Beim Empfang dieses Telegramms sichert der Pulsadapter die aktuellen Zählerstände aller Kanäle in die Stichtagszählerstände und das aktuelle Datum in das letzte Stichtagsdatum (Einfrieren / Freeze).

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bezeich.:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	Sub	CS	Stop.
Wert (hex):	68	04	04	68	53		50	20		16

Telegramm zur Umschaltung auf Kurztelegramm

Beim Empfang des Telegramms „Application Reset“ mit Subcode \$20 (simple billing) schaltet der Pulsadapter den entsprechenden Kanal in den Kurztelegramm-Modus (siehe Kap. 4.1).

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bezeich.:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	Sub	CS	Stop.
Wert (hex):	68	04	04	68	53		50	30		16

Telegramm zur Umschaltung auf Langtelegramm

Beim Empfang des o.g. „Application Reset“ mit Subcode \$30 (enhanced billing) schaltet der Pulsadapter den entsprechenden Kanal in den Langtelegramm-Modus (siehe Kap. 4.2).

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bezeich.:	Start	Länge	Länge	Start	C	A	CI	Sub	CS	Stop.
Wert (hex):	68	04	04	68	53		50	80		16

Telegramm zum Löschen der Monatswerte

Dieses Telegramm „Application Reset“ mit Subcode \$80 (installation and startup) löscht die Monatswerte des entsprechenden Kanals.

5 Technische Daten

5.1 Allgemein

Montage	Hutschienenmontage nach DIN EN 50022
Material	ABS Kunststoff, hellgrau
B x L x H	(53 x 91 x 58) mm
Schutzklasse	IP40
Temperatur Betrieb	0 bis 55 °C
Temperatur Lagerung	-20 bis 70°C
Feuchte	10% bis 70% (nicht kondensierend)
Klemmen Kabel-Ø	Starr: max. 4,0 mm ² / Flexibel: max. 2,5 mm ²
Genauigkeit Uhr / RTC	25 ppm bei 25°C

5.2 M-Bus Schnittstelle

Norm	EN13757-2 und EN13757-3
Auslesezyklus	Beliebig häufig, dadurch keine Batteriebelastung
Baudraten	300, 2400 und 9600 Baud mit automatischer Erkennung
Adressierung	Primär (ab Werk sind alle Kanäle auf Adresse 0 programmiert)
	Sekundär mit Wildcard, je Eingang 1 primäre u. 1 sekundäre Adresse, programmierbar
	Voreingestellte ID = 6-stellige Fabrikations-Nr. + 2-stellige Kanal-Nr., z.B. Fab.-Nr. = 123456: ID Kanal 1 = 12345601, ID Kanal 2 = 12345602 usw.

5.3 Spannungsversorgung

Prinzip	Fernspeisung aus M-Bus mit automatischer Umschaltung auf Batterie bei Busausfall
Strom M-Bus	Max. 1,5 mA (1 Standardlast), keine Belastung der Batterie
Batterie-Typen	IM003GC: Lithium 3V, Knopfzelle CR2032, Kapazität 230 mAh, wechselbar
	IM003GCB/IM002GC: Lithium 3V, Bauform 2/3AA, Kapazität 1800 mAh, fest verlötet
Strom Batterie	Typisch 6µA (Kontakte nicht geschlossen)
Batterie Lebensdauer	IM003GC: ca. 3 Jahre (Kontakte nicht geschlossen)
	IM003GCB / IM002GC: ca. 8 Jahre (Kontakte nicht geschlossen)

5.4 Eingänge

Kontaktspannung	2.5V bis 3.6V (dynamische Abtastung)
Kontaktstrom	30 μ A
Garantierte Entprellzeit	5.0 ms
Anschlussleitung	Maximal 10m

5.5 Anforderungen an die Kontakte der Impulsgeber

Potential	Potentialfrei, Isolation gegen Masse > 1 M Ω
Widerstand	Kontakt offen > 1 M Ω , Kontakt geschlossen < 2k Ω
Maximale Kapazität	Incl. Kabel: 2nF (kurze Bestromung), 12nF (lange Bestromung)
Kontaktdauer	\geq 30 ms
Kontaktpause	\geq 30 ms
Pulsfrequenz	\leq 18 Hz

5.6 Anforderungen an die Tarifsignale

Potential	potentialfrei, Isolation gegen Masse > 1M Ω
Widerstand	offen > 1M Ω , geschlossen < 2k Ω
Maximale Kapazität	Incl. Kabel: 2nF (kurze Bestromung), 12nF (lange Bestromung)
Signalform	Statisches Signal
Spannung Tarifsignal N/L	100VAC bis 250VAC
Frequenz Tarifsignal N/L	45Hz bis 65 Hz
Trennung zum M-Bus N/L	1,5 kV

5.7 Bestellinformationen

Artikelnummer	Beschreibung
IM003GC	PadPuls M2C, 2-Kanal M-Bus Impulsadapter, Hutschienenmontage, kleine Batterie (230mAh)
IM003GCB	PadPuls M2C, 2-Kanal M-Bus Impulsadapter, Hutschienenmontage, große Batterie (1800mAh)
IM002GC	PadPuls M4C, 4-Kanal M-Bus Impulsadapter, Hutschienenmontage, große Batterie (1800mAh)
MR003USB	M-Bus Mikro-Master USB (mobiles Parametrier-Tool für M-Bus Zähler)