

Features

- **Modbus-Interface**
 - Weit verbreitetes Mess- und Automatisierungsprotokoll
- **gpio.NET Core Interface**
 - Einheitlicher Register- und Befehlssatz
 - Unterstützt Modbus RTU und Modbus ASCII über RS232/RS485
 - Unterstützt Modbus ASCII über USB
 - Gateway-Funktionalität mit Protokollkonverter zwischen RS232/RS485 (RTU) und USB (ASCII)
 - Konfiguration wird bei Systemstart aus dem EEPROM geladen
- **RS232/RS485**
 - Einstellbare Baudraten zwischen 1200 Baud und 1MBit
 - Frei konfigurierbare Schnittstellenparameter (Datenbreite, Parität, Stoppbits)
 - Wählbarer Betriebsmodus (RS232 oder RS485)
- **USB**
 - USB 2.0 CDC-Device
- **Eindeutige Seriennummer**
 - Modbus-Adresse ist per Modbus-Befehl über die Seriennummer einstellbar
- **1 KByte EEPROM**
 - Trennung in Config-Section und User-Section
 - Beide Bereiche sind unabhängig voneinander schreibschützensbar
- **0/4/8/12 digitale Eingänge**
 - Optoentkoppelte Eingänge
 - Anzahl vom Kartentyp abhängig
- **0/4/8/12 digitale Ausgänge**
 - Optoentkoppelte Ausgänge
 - Anzahl vom Kartentyp abhängig
- **4 PWM-Kanäle**
 - Bis zu vier Digitalausgänge können als PWM-Ausgang genutzt werden
 - Max. 64 kHz
 - Wählbares Tastverhältnis
- **4 Frequenzzähler**
 - Bis zu vier Digitaleingänge gleichzeitig als Frequenzzähler nutzbar
 - Max. 32 kHz
- **Gefilterter 32bit Impulszähler**
 - Wählbare Pulsbreite zwischen 32µs und 65ms

gpio.NET

DIO

gpio.NET digitale IO-Karte

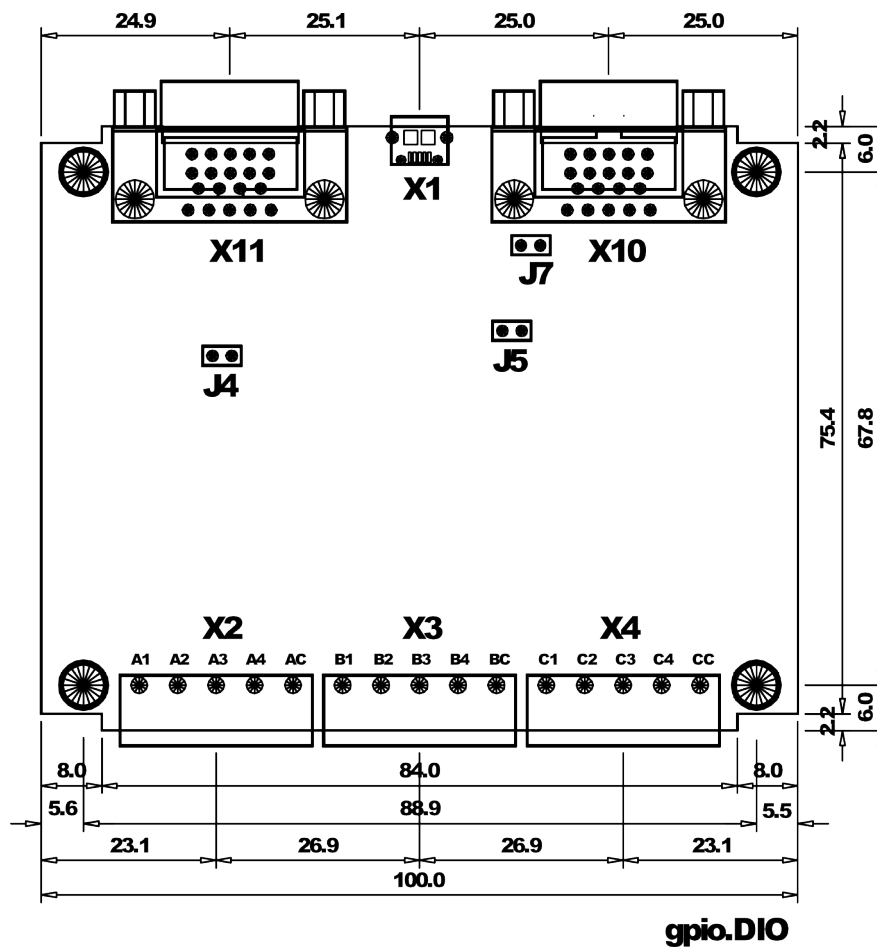
gpio.DIO U-Serie

gpio.DIO R-Serie

1 Überblick

Die gpio.DIO-Module erweitern das gpio.NET Core Interface um zahlreiche Funktionen zur Erfassung, Erzeugung und Verarbeitung digitaler, vollständig opto-entkoppelter Signale. Alle Module lassen sich problemlos in bestehende Modbus-Systeme¹ integrieren und können über eine individuelle Seriennummer sogar während des Betriebs identifiziert und konfiguriert werden. Darüber hinaus bieten sie eine, über die gesamte gpio.NET-Familie einheitliche, Registerschnittstelle.

1.1 Skizze



Zeichnung 1: Abmaße und Beschriftung

1.2 Schnittstellen

Zur Kommunikation verfügen gpio.NET-Module über ein oder zwei Modbus-Schnittstellen. Sofern zwei Schnittstellen vorhanden sind (R-Variante), findet zwischen ihnen ein Routing statt. DSUB-Buchse (x11) und DSUB-Stecker (x10) finden sich nur auf der R-Variante.

¹ Modbus ist ein weit verbreiteter industrieller Feldbus. Eine Beschreibung findet sich auf <http://modbus.org/tech.php>.

1.2.1 USB

Der USB-Deviceport (X1) gehört zur Standardausstattung der gpio.NET-Karten. Über diese Schnittstelle ist das Modul gängigen PCs oder Laptops zugänglich. Um dem und daraus resultierenden Gegebenheiten Rechnung zu tragen, wird über die USB-Schnittstelle ausschließlich per Modbus-ASCII kommuniziert.² Die gpio.NET-Karte wird vom Host als virtuelle serielle Schnittstelle erkannt und unterscheidet sich somit für ein Programm nicht von einer realen Schnittstelle.

Der USB-Deviceport wird in der Regel beim Direktanschluss der Karte an den Host-Rechner als Spannungsversorgung genutzt. Alternativ kann diesen Zweck auch PIN9 an X10 oder X11 erfüllen.³ Dabei ist darauf zu achten, dass die zugeführte, geregelte Spannung 5 Volt beträgt.

1.2.2 RS232

Die serielle Schnittstelle mit RS232-Pegeln ist auf der R-Variante des gpio.NET-Moduls an der DSUB-Buchse X11 verfügbar. Ausser den beiden Datenleitungen und der Signalmasse werden keine Steuerleitungen benutzt.⁴ Über RS232 lassen sich sowohl Modbus-ASCII als auch Modbus-RTU verwenden. Dabei sind Baudraten bis zu 250k Baud möglich. Durch die gleichzeitige Verwendung von USB und RS232 lässt sich eine weitere, über RS232 angeschlossene Karte, vom Host-Rechner (PC/Laptop) per USB ansprechen.

Pin	X11
1	
2	RXD
3	TXD
4	
5	GND
6	
7	
8	
9	VBUS

Tabelle 1: Belegung RS232

- 2 Der von Modbus standardmäßig verwendete Modus RTU setzt die exakte Bestimmung des Zeitpunktes, an dem ein Zeichen empfangen wurde, voraus. Dieses Kriterium lässt sich auf einem Multitasking-System wie einem Standard-PC jedoch nicht ohne spezielle Treibersoftware garantieren, wodurch Modbus RTU störanfällig wird. Durch die Eigenschaften des USB wird dieser Effekt zusätzlich verstärkt. Modbus-ASCII unterliegt diesen Kriterien nicht und bietet so eine zuverlässige Grundlage bei der Nutzung von Standardhardware und -betriebssystemen.
- 3 Die Ringindikatoren (PIN9) beider DSUB sind mit der USB-Betriebsspannung (VBUS) verbunden (gilt für X10 nur bei gestecktem Jumper J7). Auf diesem Wege lässt sich die Betriebsspannung von einer gpio.NET-Karte auf die nächste beziehungsweise an alle Teilnehmer eines RS485-Busses führen.
- 4 Beim Anschluss an einen PC per RS232 ist auf die Belegung der RS485-Schnittstelle zu achten, da diese Steuerleitungen der standard RS232-Schnittstelle als Datenleitungen benutzt. Diese Pins (DTR, DSR) sollten **nicht** mit einem PC verbunden werden.

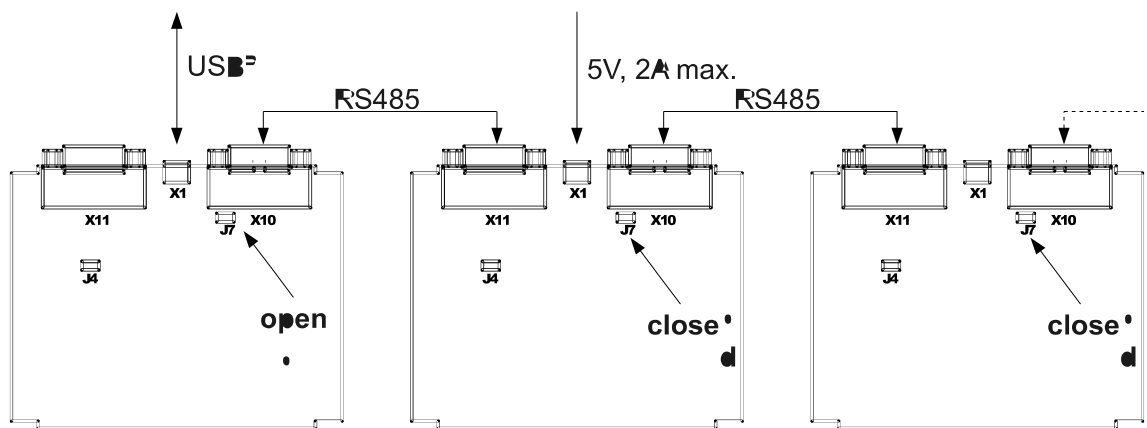
1.2.3 RS485

Die R-Variante bietet die Möglichkeit der Vernetzung über einen RS485-Bus. Zu diesem Zweck sind beide Potentialleitungen sowohl auf x10 als auch auf x11 verfügbar.⁵ Auf diese Weise lässt sich ein RS485-Bus leicht mittels RS232-Kabeln realisieren. Wie auch bei RS232 lassen sich sowohl Modbus-ASCII als auch Modbus-RTU verwenden. Die maximale Bitrate beträgt 1 Mbit. Ein 110 Ohm Widerstand kann als Terminierung durch Jumper J₄ zugeschaltet werden.

Pin	X10	X11
1		
2		
3		
4	RS485+	RS485+
5	GND	GND
6	RS485-	RS485-
7		
8		
9	VBUS	VBUS

Tabelle 2: Belegung RS485

Über RS485 verbundene Karten werden per USB zum Hostrechner geroutet. So ist der Zugriff auf den RS485-Bus ohne spezielle PC-Hardware möglich.



Zeichnung 2: RS485-Bus an USB mit zusätzlicher Spannungsversorgung

Teile eines analog zur Skizze aufgebauten Busses lassen sich an beliebigen Stellen durch ein eigenes Netzteil versorgen. Hier ist darauf zu achten, dass VBUS der so entstandenen Gruppen tatsächlich voneinander getrennt ist. Das Beispiel zeigt dies anhand der, am Host-PC per USB angeschlossenen, ersten Karte und dem Rest-Bus, der durch ein separates USB-Netzteil versorgt wird. Der geöffnete Jumper J₇ unterbricht die Verbindung von VBUS über PIN₉ der DSUB.

⁵ Die Potentialleitungen nutzen die Pins der RS232-Steuersignale DTR und DSR. Ein direkter Anschluss dieser Signale an einen PC ist zu **vermeiden**.

2 Inbetriebnahme

Dieser Schnelleinstieg in die gpio.NET-Familie illustriert die Verwendung der Baugruppe an einem Standard-PC. Stromversorgung und Kommunikation finden direkt über USB (x1) statt. Nachdem die Baugruppe mit Spannung versorgt wurde, läuft ein interner Setupprozess ab. An dieser Stelle wird die Modbusadresse des Moduls ermittelt und die Konfiguration aus dem EEPROM geladen. Anschließend ist das Gerät unter der konfigurierten Adresse ansprechbar.

2.1 Treiberinstallation

Die gpio.NET-Karten erscheinen am PC als serieller Schnittstellenadapter, wenn sie per USB angeschlossen werden. Damit Windows seinen Treiber (`usbser.sys`) verwendet, muss dem System dies mitgeteilt werden. Zu diesem Zweck stellt Taskit eine entsprechende Konfigurationsdatei zur Verfügung (`gpio.NET.inf`). Die Verbindung zur Karte kann dann über den neuen Comport hergestellt werden (zum Beispiel `\\. /COM12`).

Ubuntu 11.04 erkennt gpio.NET-Module automatisch. Hier kann die Device-Datei `/dev/ttyACM0` verwendet werden. Bei anderen Linux-Distributionen kann es nötig sein, den USB-Treiber von Hand zu laden.

```
# modprobe usbserial vendor=0x03EB product=0x2044
```

Die Device-Datei lautet dann für gewöhnlich zum Beispiel `/dev/ttyUSB0` oder `/dev/usb0`. Durch das Hinzufügen folgender Zeile in die Datei `/etc/modules` wird der Treiber auf Linux-Rechnern automatisch beim Hochfahren geladen:

```
usbserial vendor=0x03EB product=0x2044
```

2.2 Setzen der Adresse

Die Modbus-Device-Adresse wird beim Starten aus dem EEPROM-Register `HREG_MODBUS_ADDR` gelesen (siehe **Register-Layout, Persistente EEPROM-Konfiguration**). Beinhaltet dieses Register einen gültigen Wert (1 – 253) wird diese Adresse benutzt. Anderenfalls verwendet das Modul die Adresse 1. Es muss jedoch jede Adresse im Busbetrieb einzigartig sein. Alternativ kann die Adresse automatisch über die Steckposition im gpio.NET-Rack ermittelt werden.

Geändert werden kann die Device-Adresse entweder über das direkte Schreiben des EEPROM-Registers `HREG_MODBUS_ADDR` oder per Kommando `WRITE_BY_SERIAL`. Die zweite Vorgehensweise wird im folgenden Abschnitt demonstriert.

2.3 Zugriff über Simple Client

Simple Client ist ein Tool, das eine Shell auf Basis der *taskit-modbus-lib* zum Zugriff auf Modbus-Komponenten bietet. Das Programm ist Teil dieser Modbus-Bibliothek und sowohl für Windows und Linux in kompilierter Form als auch im Quelltext verfügbar.

An dieser Stelle soll ein kleines Tutorial das Setzen der Modbus-Adresse sowie das Nutzen einer gpio.NET-Karte als USB-Gateway zu einem RS485-Modbus-

System veranschaulichen.

Das Beispiel geht von der Annahme aus, dass die gpio.NET-Karte A am virtuellen Comport 12 hängt und sich im Auslieferungszustand befindet. Eine weitere Karte B – ebenfalls im Auslieferungszustand – ist per RS485 mit A verbunden.

1. Konfiguration der Schnittstelle (USB, Windows)

```
# open //./COM12 19200 7 even 2
# set-mode ascii
```

Die Schnittstelle COM12 wird mit 19200 Baud und den Parametern 7E2 geöffnet. Dies ist der Standard für Modbus-ASCII. Baudrate und Parameter finden bei USB jedoch keine Verwendung und werden daher ignoriert. Der zweite Befehl stellt die Modbus-Bibliothek auf Modbus-ASCII um.

2. Setzen der Device-Adresse

```
# report-id 1
count: 53
id: 0x01
running: 1
data: GPIO.NET:01.00:card type :000001AEB664:www.gpio.net
```

In der Antwort des Kommandos befindet sich unter anderem die Seriennummer des gpio.NET-Moduls A (Device-Adresse 1). Hier ist dies 000001AEB664. Mit Hilfe ihrer Hilfe kann nun die Device-Adresse verändert werden.

```
# write-by-serial 000001AEB664 5
```

Der Befehl wird per Broadcast (Device-Adresse 0) an alle Module, die über Karte A (inklusive Karte A) per RS485 erreichbar sind gesendet. Das Modul, dessen Seriennummer übereinstimmt, übernimmt die neue Adresse (hier 5). Auf dieses Kommando erfolgt keine Antwort.

3. Lesen von Holding-Registern

```
# readh 5 0 16
0x0000 0x0000 0x0004 0x0008 0x0002 0x0000 0x0001 0x0001
0x0000 0x0000 0x0000 0x0000 0x0000 0x0000 0x0000 0x0000
```

Liest vom Modul – unter Verwendung der neuen Device-Adresse 5 – 16 Holding-Register ab Adresse 0x0000. Dies sind die *Core*-Register, die im Kapitel **Das gpio.NET Core Interface** beschrieben sind.

Über die USB-Verbindung können auch Geräte mit anderen Device-Adressen, die sich gemeinsam mit dem USB-Modul in einem RS485-Netz befinden, angesprochen werden. So wird in unserem Beispiel unter der Device-Adresse 1 nun nicht mehr das Modul A sondern B gefunden (Auslieferungszustand -> Device-Adresse 1).

3 Das gpio.NET Core Interface

Das gpio.NET Core Interface erlaubt die Vernetzung über RS232, RS485 und USB. Dank der Unterstützung beider Modbus-Protokolle (Modbus-RTU und Modbus-ASCII) kann ein gpio.NET-Modul als Gateway zwischen USB und RS485-Bus dienen und dabei Konverter zwischen beiden Protokollen sein. So ist es einfacher ein Modbus-System über einen normalen Desktop-PC oder Laptop zu kontrollieren.

Die folgenden Modbusbefehle werden von gpio.NET unterstützt:

Opcode	Name
0x01	Read Coils
0x02	Read Discrete Inputs
0x03	Read Holding Registers
0x04	Read Input Register
0x05	Write Single Coil
0x06	Write Single Register
0x0F	Write Multiple Coils
0x10	Write Multiple Registers
0x11	Report Slave ID ⁶
0x41	Write By Serial ⁷

Tabelle 3: Unterstützte Befehle

6 Standardbefehl; liefert u.a. einen CSV-Identifikationsstring der Form `GPIO.NET:01.00:card type :000001AEB664:www.gpio.net`, dessen dritte Position die zwölfstellige Seriennummer des gpio.NET-Moduls enthält. Trennzeichen ist der Doppelpunkt (:).

7 Taskit-spezifisch; erwartet zwei Argumente – die zwölfstellige Seriennummer eines gpio.NET-Moduls und eine Modbus-Device-ID. Dieser Befehl ist als Broadcast-Befehl gedacht, um einem Gerät, das nur durch seine Seriennummer bekannt ist, während des Bus-Betriebs eine definierte Adresse zu geben. Das Gerät, dem die gesendete Seriennummer inhärent ist, übernimmt das zweite Argument als Modbus-Device-Adresse. Eine Beschreibung findet sich in der Dokumentation der *taskit-modbus-lib*.

3.1 Register-Layout

Der gemeinsame Registersatz vereinfacht das Arbeiten mit unterschiedlichen gpio.NET-Modulen. Geräteidentifikation, Konfiguration der Schnittstellen und das Grundverhalten ist auf allen Modulen einheitlich.

Das gpio.Net Core Interface definiert vier Bereiche im Adressraum der *Holding Register*.⁸ Bereich 0x0000-0x00FF enthält allgemeine Konfigurationsregister – die *Core-Register*. Alle gpio.DIO-spezifischen Register belegen den Bereich der *Application-Register* 0x0100-0x0FFF an den sich das EEPROM anschließt. Register 0x1000-0x107F dienen der Konfiguration des Start-up-Verhaltens der Baugruppe. Diese Gruppe enthält im Wesentlichen Defaultwerte der *Core-* und *Application-Register*. Der Bereich 0x2000-0x237F steht dem Anwender als persistenter Speicher zur freien Verfügung.

Die EEPROM-Bereiche 0x1000-0x107F und 0x2000-0x237F sind einzeln vor versehentlichem Überschreiben schützbar.

Alle Register sind – wie bei Modbus üblich – 16 Bit breit.

Holding Regs

0x0000	HREG_CTRL
0x0001	HREG_PM
0x0002	HREG_BAUDSEL
0x0003	HREG_DBITS
0x0004	HREG_PARITY
0x0005	HREG_STOP
0x0006	HREG_SERIAL_MODE
0x0007	HREG_MODBUS_MODE
...	Core-Register frei
0x0100	Application-Register
...	
0x1000	unbenutzt
0x1001	HREG_PM
0x1002	HREG_BAUDSEL
0x1003	HREG_DBITS
0x1004	HREG_PARITY
0x1005	HREG_STOP
0x1006	HREG_SERIAL_MODE
0x1007	HREG_MODBUS_MODE
...	unbenutzt
0x100E	HREG_CARD_TYPE
0x100F	HREG_MODBUS_ADDR
...	Config-EEPROM frei
0x107F	
...	unbenutzt
0x2000	
...	User-EEPROM
0x2380	

Tabelle 4: Registerübersicht

⁸ Das Modbus-Protokoll unterscheidet vier Addressbereiche – *Inputregister*, *Holdingregister*, *Inputs* und *Coils*. Die beiden Registerarten sind immer 16bit breit; *Inputs* und *Coils* bieten bitweisen Zugriff auf die Ressourcen. Während *Holdingregister* und *Coils* sowohl schreib- als auch lesbar sind, kann auf die anderen beiden Typen nur lesend zugegriffen werden. Jeder Typ besitzt einen 16bit-Adressraum, der sich logisch mit den Adressräumen anderer Typen überschneiden darf.

3.1.1 Control-Register – HREG_CTRL

Hier handelt es sich um ein Spezialregister, das der Konfiguration des gpio.Net Core dient. Auf Grund seiner Funktion, ist es gegen unbeabsichtigtes Schreiben durch einen Schlüssel geschützt.

HREG_CTRL																				
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0					
CTRL_ACCESS_KEY - 0x8E								reserviert			CTRL_CONNO_INIT		CTRL_EEPROM_WREN		CTRL_CONFIG_WREN		CTRL_DEFAULT		CTRL_RESET	

Tabelle 5: Kontrollregister

3.1.1.1 CTRL_ACCESS_KEY

Jegliche Änderungen an den anderen Flags dieses Registers werden nur dann wirksam, wenn gleichzeitig CTRL_ACCESS_KEY den gültigen Schlüssel (0x8E) enthält. Der Zugriff auf die unteren acht Bit erlischt nach diesem Schreibzugriff – CTRL_ACCESS_KEY muss folglich bei jedem Zugriff auf das Konfigurationsregister explizit gesetzt werden.

3.1.1.2 CTRL_CONNO_INIT

Das Setzen dieses Bits auf 1 bewirkt eine Initialisierung der seriellen Schnittstelle (RS485 / RS232) mit den entsprechenden Parametern. Dieses Flag dient auch der Konfiguration des, auf dieser Schnittstelle aktiven, Modbus-Modus'. Die Änderungen der Schnittstelle werden erst nach dem Beantworten des Modbus-Requests aktiv.

3.1.1.3 CTRL_EEPROM_WREN

Eine 0 sperrt Schreibzugriffe auf das User-EEPROM. Dieses Flag ändert seinen Zustand nach einem Schreibzugriff auf den Bereich 0x2000-0x237F **nicht**. Das heißt, der Schreibzugriff bleibt nach dem Setzen auf 1 solange möglich, bis das Flag auf 0 zurückgesetzt wird (durch Schreibzugriff auf HREG_CTRL oder Reset). Initialwert des Flags ist 0.

3.1.1.4 CTRL_CONFIG_WREN

Dieses Flag verhält sich analog zu CTRL_EEPROM_WREN mit dem Unterschied, dass es die persistenten Konfigurations-Register 0x1000-0x107F schützt. Der Initialwert ist 0.

3.1.1.5 CTRL_DEFAULT

Das Aktivieren dieses Flags (Setzen auf 1) löst eine Re-Initialisierung der

persistenten Konfigurations-Register auf den Auslieferungszustand aus. Dieser Vorgang ändert jedoch nicht den Zustand der aktiven Konfiguration. Zum Übernehmen der Änderungen ist ein Reset nötig.

3.1.1.6 CTRL_RESET

Dieses Flag löst einen Neustart des Moduls aus, wenn es den Wert 1 annimmt. Zwischen dem Setzen des Flags und dem Reset vergehen mindestens 16ms. Das Setzen der Default-Konfiguration wird vor dem Neustart durchgeführt, wenn CTRL_DEFAULT entsprechend den Wert 1 besitzt.

3.1.2 Power-Management-Register – HREG_PM

Dieses Register ist zur Zeit unbenutzt. Es sollte mit Blick auf zukünftige Module nicht verwendet werden.

3.1.3 Baudraten-Konfiguration – HREG_BAUDSEL

Für die serielle Schnittstelle (RS485 / RS232) können Baudraten zwischen 1200 Baud bis 1 Mbit gewählt werden. Da HREG_BAUDSEL 16 Bit breit ist, wird anstelle der direkten Baudrate ihr Index in die nebestehende Tabelle verwendet. Indizes außerhalb des zulässigen Bereiches resultieren in der Standardbaudrate – 19200 Baud (Index 4).

Die Konfiguration tritt erst durch Setzen des Flags CTRL_CONNO_INIT im Register HREG_CTRL in Kraft.

HREG_BAUDSEL	
Value	Baudrate
0	1200
1	2400
2	4800
3	9600
4	19200
5	38400
6	57600
7	115200
8	230400
9	250000
10	500000
11	1000000

Tabelle 6: Baudraten

3.1.4 Datenbreite – HREG_DBITS

Die verwendete Bitbreite der, über die serielle Schnittstelle transferierten, Bytes wird durch dieses Register bestimmt. Gültige Werte sind 7 und 8 Bit. Das Register deckt somit die für Modbus nötigen Bitbreiten ab. Werte ausserhalb dieses Bereiches führen zur Verwendung der Standardeinstellung – 8 Bit.

Die neue Datenbreite wird erst nach dem Reset der seriellen Verbindung verwendet.

3.1.5 Parität – HREG_PARITY

Ob und welche Art Paritätsprüfung auf der seriellen Verbindung Verwendung findet entscheidet der Inhalt des Registers HREG_PARITY. Gültige Werte finden sich in der nebenstehenden Tabelle, der Defaultwert ist 2 (even).

HREG_PARITY	
Value	Parity
0	none
1	odd
2	even

Tabelle 7: Parität

Es ist ein Reset der seriellen Verbindung nötig, um Änderungen der Paritätsprüfung zu aktivieren.

3.1.6 Anzahl der Stoppbits – HREG_STOP

Jedes Datenbyte wird auf der seriellen Schnittstelle (RS232 / RS485) mit mindestens einem Stoppbit beendet. Eine Verlängerung dieser Pause um maximal ein weiteres Stoppbit ist möglich. Das Register HREG_STOP enthält zu diesem Zweck die Anzahl der **zusätzlichen** Stoppbits. Zum Übernehmen der Änderung ist eine Reinitialisierung der Schnittstelle nötig. Der Standardwert dieses Registers ist 0.

3.1.7 Wahl des Schnittstellenmodus' – HREG_SERIAL_MODE

Die serielle Schnittstelle kann entweder als RS232 oder als RS485 verwendet werden. HREG_SERIAL_MODE dient der Wahl dieses Modus'. Standard ist 1 (RS485). Der Modus wird nach dem Reset der Schnittstelle aktiv.

HREG_SERIAL_MODE	
Value	Mode
0	RS232
1	RS485

Tabelle 8: Schnittstellenmodus

3.1.8 Wahl des Modbus-Modus' - HREG_MODBUS_MODE

Modbus kennt zwei grundlegende Modi – Modbus-RTU und Modbus-ASCII. Der Pflichtmodus RTU (1) ist bei der gpio.NET-Familie der Standardfall. Alternativ steht der ASCII-Modus (0) zur Verfügung.

HREG_MODBUS_MODE	
Value	Mode
0	ASCII
1	RTU

Tabelle 9: Modbus-Modus

Modbus-ASCII bietet bei höheren Übertragungsraten und kurzen Paketen mehr Performance und ist darüber hinaus besser für Debugging und Logging geeignet. Ein Reset der Schnittstelle ist zum Übernehmen des neuen Modus nötig.

3.2 Persistente EEPROM-Konfiguration

Die Core-Register besitzen, mit Ausnahme von HREG_CTRL, frei konfigurierbare Defaultwerte im EEPROM (0x1000-0x100F). Jedes Register lädt von seiner Adresse plus dem Offset 0x1000 nach dem Reset seine Initialkonfiguration. Ist das EEPROM unkonfiguriert, werden Produktionsdefaults geladen. Über

HREG_CTRL können diese Produktionsdefaults in die entsprechenden Register und deren EEPROM-Pendants geschrieben werden.

Zwei Spezialregister – HREG_CARD_TYPE und HREG_MODBUS_ADDR – existieren nur im EEPROM. HREG_CARD_TYPE gibt Auskunft über die Bestückung der gpio.NET-Karte und bewirkt, dass sich die Firmware gegebenenfalls entsprechend verhält. Ob und wie sich dieses Register auswirkt findet sich applikationsspezifischen Teil dieser Dokumentation. Die Wirkungsweise von HREG_MODBUS_ADDR ist im Kapitel **Inbetriebnahme** erläutert.

3.3 Setzen der Device-Adresse – Write By Serial

Die gpio.NET-Module bieten die Möglichkeit während des Busbetriebs eine neue Modbusadresse einzustellen. Hierfür ist allein die Seriennummer der entsprechenden Karte nötig. Diese Funktion stellt eine Erweiterung des Modbus-Standards dar.

Byte	Name	Example
0x00	Function code	0x41
0x01 – 0x0A	Serial number (ASCII)	000034F30C10
0x0B – 0x0C	New device address	0x0001 – 0x00F7

Tabelle 10: Write-By-Serial - Modbus Frame

4 Beschreibung gpio.DIO

Holding Regs

0x0100	Output Value
0x0101	Input Value
0x0102	PWM0 (1-65534Hz, 0 – PWM on C1 and C2 off)
0x0103	PWM1 (1-65534Hz, 0 – C3 off)
0x0104	PWM2 (1 – 65534Hz, 0 – C4 off)
0x0105	Duty-Cycle PWM0_C1 (0-100%)
0x0106	Duty-Cycle PWM0_C2 (0-100%, 0 – C2 off)
0x0107	Duty-Cycle PWM1 (0-100%)
0x0108	Duty-Cycle PWM2 (0-100%)
0x0109	Frequency counter (max. 32kHz, 1 – on, 0 – off)
0x010A	Pulswidth (32 – 65534µs)
0x010B	Channelselect (1 – 4)
...	unbenutzt
0x1012	PWM0 (1-65534Hz, 0 – PWM on C1 and C2 off)
0x1013	PWM1 (1-65534Hz, 0 – C3 off)
0x1014	PWM2 (1 – 65534Hz, 0 – C4 off)
0x1015	Duty-Cycle PWM0-C1 (0-100%)
0x1016	Duty-Cycle PWM0_C2 (0-100%, 0 – C2 off)
0x1017	Duty-Cycle PWM1 (0-100%)
0x1018	Duty-Cycle PWM2 (0-100%)
0x1019	Frequency counter (max. 32kHz, 1 – on, 0 – off)
0x101A	Pulswidth (32 – 65534µs)
0x101B	Channelselect (1 – 4)

Input Regs

0x0000	Frequency A1
0x0001	Frequency A2
0x0002	Frequency A3
0x0003	Frequency A4
0x0004	Counter_H upper 16 bits
0x0005	Counter_L lower 16 bits

Tabelle 11: Registerbeschreibung gpio.DIO (wortweise)

Coils

0x0000	Output Value A1
0x0001	Output Value A2
0x0002	Output Value A3
0x0003	Output Value A4
0x0004	Output Value B1
0x0005	Output Value B2
0x0006	Output Value B3
0x0007	Output Value B4
0x0008	Output Value C1
0x0009	Output Value C2
0x000A	Output Value C3
0x000B	Output Value C4

Inputs

0x0000	Input Value A1
0x0001	Input Value A2
0x0002	Input Value A3
0x0003	Input Value A4
0x0004	Input Value B1
0x0005	Input Value B2
0x0006	Input Value B3
0x0007	Input Value B4
0x0008	Input Value C1
0x0009	Input Value C2
0x000A	Input Value C3
0x000B	Input Value C4

Tabelle 12: Registerbeschreibung gpio.DIO (bitweise)

4.1 Digitale Eingänge

Die gpio.DIO-Karte besitzt bis zu zwölf digitale, opto-entkoppelte Eingänge. Jeder Eingang verfügt zudem über eine Status-LED, die in einem 10Hz-Zyklus den momentanen Status des Eingangs darstellt. Die Eingänge können jederzeit über das Holding-Register 0x0101 beziehungsweise die Inputs 0x0000–0x000B (*Input Value*) bit- oder wortweise gelesen werden.

4.2 Digitale Ausgänge

Bis zu zwölf opto-entkoppelte Ausgänge lassen sich durch die Karte über Holding-Register 0x0100 oder Coils 0x0000–0x000B steuern. Wie es auch bei den Eingängen der Fall ist, wird der momentane Status jedes Ausgangs an einer zugehörigen LED dargestellt. Die Refreshrate der LEDs beträgt 10Hz – die Ausgänge selbst sind von dieser Einschränkung nicht betroffen. Zugriffe auf die Ausgänge können bit- oder wortweise erfolgen.

4.3 PWM

Die Ausgänge C1 bis C4 können PWM-Signale bis zu einer Frequenz von 64 kHz erzeugen.⁹ Dabei verwenden C1 und C2 die selbe Frequenzeinstellung (Holding-Register 0x0102); die Ausgänge C3 (0x0103) und C4 (0x0104) können

⁹ Ob C1 bis C4 als PWM verwendbar sind, hängt von der Anzahl digitaler Ausgänge, über die die gpio.DIO-Karte verfügt, ab. PWM ist auf Karten mit mindestens vier Ausgängen implementiert.

unabhängig verwendet werden. Alle Kanäle verfügen über einen eigenen Tastgrad (0x0105-0x0108), der in Relation zur Frequenz einstellbar ist.

PWM ist auf einem Ausgang aktiv, sobald das zugehörige Frequenz- und Tastregister einen gültigen Wert enthält. Ein aktivierter PWM-Ausgang wird durch das Blinken (0,5-Hertz-Takt) der entsprechenden Ausgangs-Leuchtdiode signalisiert.

Alle PWM-Register besitzen ein EEPROM-Pendant (0x1012-0x01018), das beim Neustart der Karte gelesen wird. Das Verhalten der gpio.DIO-Karte lässt sich auf diese Weise fest programmieren.

4.4 Frequenzzähler

Frequenzen bis maximal 32 kHz lassen sich an den vier Eingängen A1 bis A4 messen.¹⁰ Jeder der vier Eingänge verfügt über ein eigenes Zählregister, das im Sekundentakt einen neuen Messwert bereitstellt und als Inputregister (0x0000-0x0003) ausgelesen werden kann.

Die Frequenzzähler können über ein separates Steuerregister (Holding-Register 0x0109) an- und abgeschaltet werden. Aktivierte Frequenzzähler werden durch Blinken (0,5-Hertz-Takt) der zugehörigen LED signalisiert.

Die Konfiguration des Frequenzzählers lässt sich in einem EEPROM-Register (0x1019) speichern und wird beim Neustart aus diesem ausgelesen.

4.5 Impulszähler

Impulse lassen sich an einem der Eingänge A1 bis A4 zählen.¹¹ Dabei wird jede positive Flanke, die nach Ablauf einer konfigurierbaren Impulsdauer noch aktiv ist, berücksichtigt. Die Impulsdauer ist im Bereich von 32µs bis 65534µs einstellbar.

Die Wahl des zu überwachenden Eingangs (Holding-Register 0x010B, 0x101B) sowie der Impulsdauer (Holding-Register 0x010A, 0x101A) kann im EEPROM abgelegt und beim Neustart automatisch geladen werden.

Der Zählstand lässt sich über die beiden Input-Register (0x0004, 0x0005) auslesen. Dabei gilt HI-LO-Ordnung - Input-Register 0x0004 enthält das Highword des Zählers.

¹⁰ Die gpio.DIO-Karte muss über mindestens vier digitale Eingänge verfügen, um den Frequenzzähler nutzen zu können.

¹¹ Die gpio.DIO-Karte muss über mindestens vier digitale Eingänge verfügen, um den Impulszähler nutzen zu können.

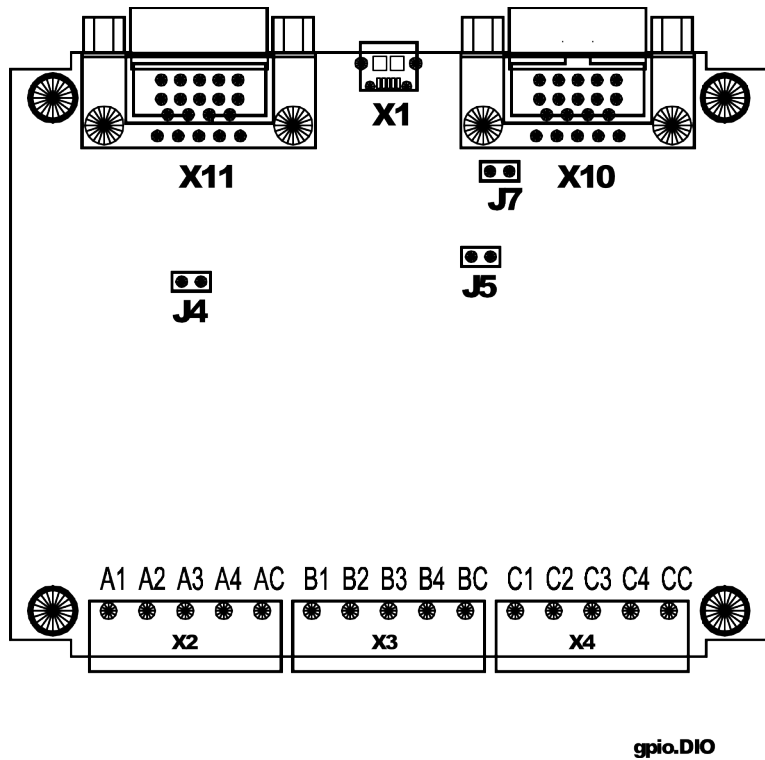
5 Steckerbelegung

Kommunikation:

X1: Micro-USB Device

DSub-9 (nur R-Version)

Pin	X11 (female)	X12 (male)
1	Future Appl.	Future Appl.
2	TXD	
3	RXD	
4	RS485+	RS485+
5	GND	GND
6	RS485-	RS485-
7	(RTS)	
8	(CTS)	
9	VBUS	VBUS



Die Stecker X2, X3 und X4 können je nach Baugruppen-Ausführung als Eingänge oder Ausgänge konfiguriert sein. Jeweils 4 Signale (Eingänge oder Ausgänge) bilden eine Gruppe mit einem gemeinsamen Bezugspunkt. Die Gruppen A (X2), B (X3) und C (X4) sind untereinander und von der Steuerelektronik galvanisch getrennt.

Optoentkoppelte Eingänge:

A1/B1/C1	+5V / typ. 8mA
A2/B2/C2	+5V / typ. 8mA
A3/B3/C3	+5V / typ. 8mA
A4/B4/C4	+5V / typ. 8mA
AC/BC/CC	Common (-)

Optoentkoppelte Ausgänge:

A1/B1/C1	Open Collector / typ. 8mA
A2/B2/C2	Open Collector / typ. 8mA
A3/B3/C3	Open Collector / typ. 8mA
A4/B4/C4	Open Collector / typ. 8mA
AC/BC/CC	Common (-)

Allgemeine Beschreibung der Ein- und Ausgänge

Alle Ein- und Ausgänge liegen zur einfachen Verarbeitung von unterschiedlichen Signalpegeln als quasi-direkte Optokopplerein- und Ausgänge vor. Die höchste Performance (schnelle periodische Signalwechsel) wird jeweils mit einem Arbeitsstrom von 8 mA erreicht, wobei Abweichungen von $\pm 50\%$ bei den Eingängen und $\pm 20\%$ bei den Ausgängen in der allgemeinen Praxis noch kein Problem darstellen.

Optisch gekoppelte Eingänge

Die Eingangskonfiguration beinhaltet je Eingang einen internen Widerstand von 470Ω und ist damit für 5 Volt ausgelegt. Man kann höhere Eingangsspannungen unter Verwendung eines Vorwiderstandes verarbeiten. Dieser Widerstand ist so zu wählen, dass sich ein Eingangsstrom von ca. 8 mA ergibt. Die Schaltschwelle (low/high-Wechsel) wird bei ca. 3,2 mA detektiert.

$$R_V = ((U_E - U_D) / 8 \text{ mA}) - R_{\text{intern}}$$

U_E : die zu verarbeitende Eingangsspannung

R_V : der gesuchte Vorwiderstand

$U_D = 1,18$ Volt (Spannungsabfall an der Eingangsdiode bei $I_D = 8$ mA)

$R_{\text{intern}} = 470 \Omega$

Bei einer U_E von z.B. 24 Volt ergäbe sich R_V zu $2382,5 \Omega$, also $\sim 2,4 \text{ k}\Omega$

Optisch gekoppelte Ausgänge

Die low-aktiven Ausgänge sind zum Schutz vor Überlastung mit einem 100Ω -Serienwiderstand versehen und benötigen einen Arbeitswiderstand (Pull-Up), dessen "heißes Ende" an der potentialgetrennten Seite anzuschließen ist. Dieser Widerstand ist so zu bemessen, dass sich bei durchgeschaltetem Ausgangstransistor ("low") ein Strom von ca. 8 mA einstellt. Low bedeutet am Steckerkontakt nicht exakt 0V, da an der Kollektor/Emitter-Strecke und am 100Ω -Serienwiderstand eine durch den Strom bestimmte Spannung abfällt. Bei einem Strom von 8 mA sind dies:

$U_{CE} \sim 0,325$ Volt und $U_{R100} = 0,8$ Volt, die zusammengefasst als $U_{\text{Low}} = 1,125$ Volt in die Rechnung einbezogen werden:

$$R_L = (U_P - U_{\text{Low}}) / I_C$$

R_L : der gesuchte Arbeitswiderstand

U_P : die "Initial"-Spannung (entsprechend High bei gesperrtem Ausgangstransistor)

U_{Low} : Summe der Spannungsabfälle bei durchgeschaltetem Ausgangstransistor (gleichbedeutend mit der Restspannung bei "low")

I_C : Kollektorstrom des durchgeschalteten Ausgangstransistor (sollte ca. 8 mA sein)

Die "Treffgenauigkeit" der Widerstandreihe E12 ist völlig ausreichend. Bei der letztendlichen Wahl des Widerstandes sollte zugunsten eines besseren dynamischen Verhaltens, insbesondere bei höheren Spannungen U_P (> 12 Volt) der nächst höhere Wert mit folglich etwas kleinerem Strom I_C gewählt werden. Bei 24 Volt käme statt dem rechnerischen Wert $2859,375\Omega$ eher $3,3\text{k}\Omega$ als $2,7\text{k}\Omega$ zum Einsatz.

6 Technische Daten

Allgemein

Maße (ohne Stecker, ohne optionale Frontplatte): 80x100x12,5 mm (halbe Europakarte)

Zulässige Betriebstemperatur: -40°C bis +85°C

Maximal zulässige relative Luftfeuchtigkeit: 75%

Elektrische Daten

Betriebsspannung über USB, VBUS: 4,5 Volt – 5,5 Volt

Stromaufnahme (alle Ein-/Ausgänge inaktiv): ca. 35mA

Maximale Stromaufnahme (alle Ein-/Ausgänge aktiv): ca. 170mA

Betriebs- und Grenzdaten für die Ein- und Ausgänge

Alle Angaben bei 25°C Umgebungstemperatur

Eingangsspannung/-Strom der opto-entkoppelten Eingänge:

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit
low/passive	-5	0	2.5	Volt
low/passive	-	0	2.9	mA
high/active	2.7	5.0	8.2	Volt
high/active	3.3	8.1	15	mA

Ausgangsspannung/-Strom der opto-entkoppelten Ausgänge:

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit
high/passive	-7	-	70	Volt
high/passive	-0.0001	-	0.0001	mA
low/active	-	8.0	10.2	mA
low/active @ 8 mA	1.1	1.125	1.15	Volt
low/active @ 10.2 mA	14.5	17	20	Volt
Powerdissipation P_{tot}			150	mW

Isolationsspannung der Optokoppler: 2500 Volt DC

7 Copyright-Hinweis

Dieses Produkt verwendet Dean Cameras LUFA USB-Library. Die offizielle LUFA Webseite ist: <http://www.fourwalledcubicle.com/LUFA.php>.

LUFA Library

Copyright (C) Dean Camera, 2010.

dean [at] fourwalledcubicle [dot] com

www.lufa-lib.org

8 Konformitätserklärungen und Herstellerdaten



Die **taskit GmbH** bestätigt die für die Produkte **gpio.DIO-R** und **gpio.DIO-U** die EG-Konformität gemäß der EMV-Richtlinie (2004/108/EG).



Die **taskit GmbH** erklärt für die Produkte **gpio.DIO-R** und **gpio.DIO-U**, dass diese gemäß der EU-Richtlinie 2002/95/EG (RoHS) hergestellt wurden und insbesondere frei von folgenden Inhaltsstoffen sind:



1. Blei und seine Verbindungen
2. Quecksilber und seine Verbindungen
3. Kadmium und seine Verbindungen
4. Polybromierte Biphenyle (PBB)
5. Polybromierte Diphenylether (PBDE)
6. Chrom VI-Verbindungen

© **taskit GmbH**, alle Rechte vorbehalten.

Bei der Erstellung der Dokumentation wurde mit Sorgfalt vorgegangen. Selbstverständlich können Fehler trotzdem nicht vollständig ausgeschlossen werden, so daß weder die o.a. Firma noch der Vertreiber für fehlerhafte Angaben, daraus resultierende Fehlfunktion oder deren Folgen eine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung übernehmen. Waren-, Marken- und Firmennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Kein Teil davon darf ohne ihre schriftliche Genehmigung in irgendeiner Form reproduziert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

taskit GmbH, Groß-Berliner Damm 37, 12847 Berlin, Germany
Tel.: +49(0)30 6112950, Fax: +49(0)30 61129510