

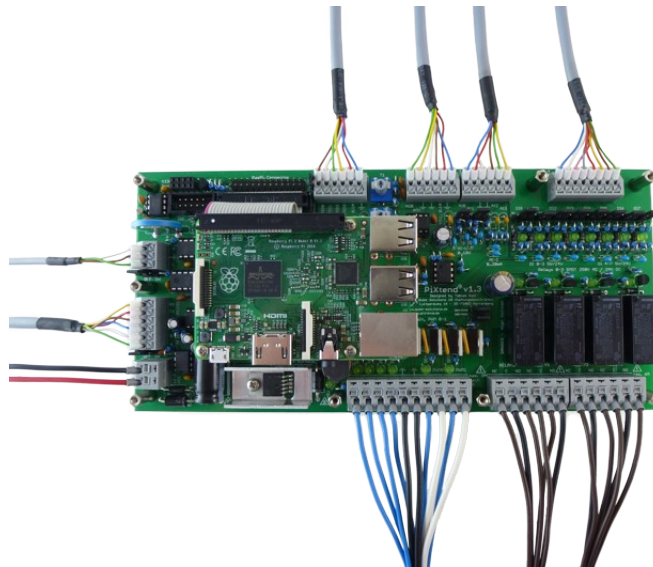


PiXtend

Application-Note: pxdev – Linux Tools & Library

pxdev – Linux Tools & Library für PiXtend

*Anleitung zur Installation und zu Verwendung des pxdev-Package
mit Raspberry Pi und PiXtend*



Stand 20.04.2017, V1.05

Qube Solutions UG (haftungsbeschränkt)
Arbachtalstr. 6, 72800 Eningen, Deutschland

<http://www.qube-solutions.de/>

<http://www.pixtend.de>



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
1.1 Allgemeine Hinweise.....	3
1.1.1 Warnhinweise.....	3
1.1.2 Einsatzbereiche PiXtend.....	4
1.1.3 Einsatzbereiche pixtendtool – Einzelbefehle für PiXtend.....	4
1.1.4 Einsatzbereiche pxauto – GUI für PiXtend.....	4
1.1.5 Einsatzbereiche PiXtend-C-Library.....	5
1.2 Haftungsausschluss.....	5
2. Voraussetzungen.....	5
3. Verwenden des PiXtend SD-Image „Linux Tools“	6
4. Manuelle Installation von pxdev.....	7
4.1 SPI aktivieren.....	8
Methode 1:.....	8
Methode 2 (veraltete Methode!):.....	8
Methode 3:.....	9
5. Verwendung des pixtendtool.....	10
Beispiele.....	11
Weitere Schritte.....	13
6. Verwendung von pxauto.....	14
6.1 Navigation.....	16
6.2 Felder editieren.....	17
6.3 Datenaustausch aktivieren.....	18



1. Einleitung

Diese Anleitung beschreibt alle Schritte die notwendig sind um **pxdev**, die Linux Entwicklungs-Tools für das PiXtend-System (www.pixtend.de), zu installieren und in Betrieb zu nehmen – Kapitel: 4. Manuelle Installation von pxdev

Alternativ können Sie auch sehr einfach mit unserem vorbereiteten SD-Karten-Image durchstarten. Diese Möglichkeit empfehlen wir besonders Einsteigern und für die erste Inbetriebnahme von PiXtend – Kapitel: 3. Verwenden des PiXtend SD-Image „Linux Tools“

In pxdev sind folgende Komponenten enthalten:

pixtend – Die PiXtend-C-Library ermöglicht den Zugriff auf PiXtend I/O-Hardware. Der Datenaustausch zwischen PiXtend-Mikrocontroller und Raspberry Pi findet per SPI (Serial Peripheral Interface) statt. Dazu wird die wiringPi-Library verwendet.
(<https://projects.drogon.net/raspberry-pi/wiringpi/>)

pixtendtool - Ein Kommandozeilen-Tool, mit dem auf die PiXtend I/O-Hardware und Konfigurationsbytes mittels einfacher Konsolenbefehle zugegriffen werden kann.

pxauto – Eine einfache Konsolen-Anwendung mit grafischem User-Interface. PiXtend kann damit kontinuierlich überwacht werden. Die Anwendung eignet sich für die schnelle Inbetriebnahme und I/O-Tests.

Die Linux Tools können Sie nach Belieben für Ihre eigenen, nicht-kommerziellen Projekte verwenden und anpassen ([GPLv3 Open Source Lizenz](#)).

1.1 Allgemeine Hinweise

1.1.1 Warnhinweise



PiXtend darf nicht in sicherheitskritischen Systemen eingesetzt werden. Prüfen Sie vor der Verwendung die Eignung von Raspberry Pi und PiXtend für Ihre Anwendung.



1.1.2 Einsatzbereiche PiXtend

PiXtend ist hervorragend geeignet für private und auch kommerzielle Projekte:

- Haus-Automation, Smart Home
- Zur Evaluierung von Teil-Systemen, Proof of Concept, Vorserie, Serie
- Als Lern- und Lehrplattform für Steuerungstechnik und Automation
- Als Lern- und Lehrplattform für Mikrocontroller Hard- und Software-Techniken
- Amateurfunk-, Bastler- und Maker-Projekte

1.1.3 Einsatzbereiche pixtendtool – Einzelbefehle für PiXtend

Das pixtendtool bietet direkten Zugriff auf die PiXtend-Hardware aus der Linux Kommandozeile. Es eignet sich daher u.a. für folgende Einsatzzwecke:

- Absetzen von Einzelbefehlen über die Kommandozeile: lokal oder auch via SSH-Fernzugriff über das Netzwerk um z.B. Ausgänge zu bedienen und Eingänge abzufragen
- Aufruf von pixtendtool-Befehlen aus eigenen Shell-Skripten
- Zyklischer Aufruf von pixtendtool-Befehlen um Daten periodisch zu loggen und für andere Dienste bereitzustellen, z.B. in einer MySQL-Datenbank.
- Dient als Referenz für die Verwendung der PiXtend-C-Library im „manuellen Modus“ (Einzelbefehle)
- Kann an Ihre eigenen Bedürfnisse angepasst werden

1.1.4 Einsatzbereiche pxauto – GUI für PiXtend

Das pxauto-Tool verfügt über eine grafische Oberfläche und eignet sich für die schnelle Inbetriebnahme Ihrer PiXtend-Hardware. Die Zustände der I/Os kann zyklisch überwacht werden.

- pxauto kann sowohl lokal, als auch „remote“, also mit einem SSH-Terminal, verwendet werden
- I/O-Tests der angeschlossenen Hardware, Sensoren & Aktoren
- Testen des Funktionsumfangs von PiXtend
- Grundlage für eigene Projekte mit GUI (Graphical User Interface)
- Dient als Referenz für die Verwendung der PiXtend C-Library im „Auto-Modus“ (zyklisches Prozess Abbild in C verwendbar)



1.1.5 Einsatzbereiche PiXtend-C-Library

Die PiXtend-C-Library wird von den beiden genannten Programmen verwendet und bildet die Schnittstelle zwischen Raspberry Pi und dem auf PiXtend verwendeten Mikrocontroller. Änderungen an der Library sind z.B. dann notwendig, wenn Sie Ihre eigene Mikrocontroller-Version für PiXtend verwenden.

Wenn Sie vorerst nur auf bestehende PiXtend-Funktionalität zugreifen wollen, empfehlen wir Ihnen die C-Library unverändert zu belassen.

1.2 Haftungsausschluss

Qube Solutions UG haftet nicht für etwaige Schäden die unter Umständen durch die Verwendung der zur Verfügung gestellten Software, Hardware oder der hier beschriebenen Schritte entstehen können.

2. Voraussetzungen

Benötigte Software

- PiXtend SD-Image Linux Tools (**empfohlen!**)
Download unter: <http://www.pixtend.de/pixtend/downloads/>

oder:

- Aktuelle Raspbian (Wheezy / Jessie) Linux-Distribution auf einer SD Karte
- wiringPi (<https://projects.drogon.net/raspberry-pi/wiringpi/>)
- ncurses Libraries `libncurses5-dev libncursesw5-dev`
- Optional SSH-Client (z.B. putty.exe – www.putty.org)

Benötigte Hardware

PiXtend Board V1.2 oder V1.3 (www.pixtend.de)

Raspberry Pi Model B / B+ / 2 B / 3 B



3. Verwenden des PiXtend SD-Image „Linux Tools“

Der komfortable Weg zu ersten Tests und der weiteren Arbeit mit pxdev ist der Einsatz unserer vorinstallierten SD-Karte bzw. des SD-Karten-Image.

Das jeweils aktuellste Image kann jederzeit kostenlos auf unserer Homepage heruntergeladen werden: <http://www.pixtend.de/downloads/>

Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Download-Bereich und die bereits vorinstallierten Komponenten (Stand August 2016):

PiXtend Image Linux Tools

PiXtend Image Linux Tools V1.3.1 (ZIP – 1,6GB) – Raspbian Jessie vom 18.03.2016 mit vorinstallierten Komponenten für PiXtend

Vorinstallierte Komponenten:

- **pxdev v0.5.1 – PiXtend Tools** (pixtendtool, pxauto), C-Library und Make-Files
- **Linux Kernel 4.1.19-v7+**
- wiringPi Library
- rcswitch-pi – Software-Basis für 433 MHz-Transmitter (Funksteckdosen)
- Real-Time-Clock eingerichtet (python-smbus / i2c-tools)
- Kernel Module für I²C, SPI und RTC werden automatisch geladen
- Für den CAN-Support vorbereitet
- Lauffähig auf allen Raspberry Pi Varianten (A, B, B+, 2 B, **3 B**)

Wie Sie das Image auf eine SD-Karte aufspielen können, erfahren Sie in der PiXtend-Inbetriebnahmeanleitung:

- http://www.pixtend.de/files/manuals/pixtend_v1_3_startup_manual_DE.pdf

Nach dem Booten wechseln Sie mit folgendem Befehl in den pxdev-Ordner:

```
cd pxdev
```

bzw. in den Ordner des „pixtendtools“:

```
cd pxdev/pixtendtool/
```

Das Kapitel 4. *Manuelle Installation von pxdev* können Sie überspringen und direkt mit der Verwendung der Tools bzw. der Library in Kapitel 5. *Verwendung des pixtendtool* fortfahren.



4. Manuelle Installation von pxdev

Die aktuellste Version des pxdev-Package kann auf unserer Homepage im Download Bereich als .zip-Archiv heruntergeladen werden oder mit GIT aus dem pxdev-Repository aus-gecheckt werden. GIT wird zur Versionsverwaltung eingesetzt und ermöglicht in diesem Falle, mit einfachen Befehlen komplette Repositories aus dem Internet herunterzuladen. Wir empfehlen folgende Vorgehensweise:

Geben sie zunächst den Befehl

```
sudo apt-get install git-core
```

in der Kommandozeile des Raspberry Pi ein, um GIT auf dem Raspberry Pi zu installieren (falls nicht bereits vorhanden).

Pxdev verwendet intern die wiringPi-Bibliotheken (<https://projects.drogon.net/raspberry-pi/wiringpi/>) als Grundlage.

Installieren sie die wiringPi Libraries mittels GIT wie folgt:

```
git clone git://git.drogon.net/wiringPi
cd wiringPi
./build
```

pxauto verwendet die *ncurses* Library.

Installieren sie die benötigten Pakete:

```
sudo apt-get install libncurses5-dev libncursesw5-dev
```

Installieren sie das pxdev-Paket in das Home-Verzeichnis Ihres Raspberry Pi.

```
cd ~
```

Klonen sie das pxdev-Repository wie folgt:

```
git clone git://git.code.sf.net/p/pixtend/pxdev pxdev
```

mit dem Befehl `ls` können Sie die Inhalte ihres Home-Verzeichnis darstellen.



Wechseln sie in den Ordner pxdev:

```
cd pxdev
```

mit `ls -la` können sie die Inhalte des pxdev-Paketes einsehen:

Darin ist ein einfaches *build*-Skript enthalten.

Machen sie das Skript ausführbar

```
chmod +x build
```

Sie können das *build*-Skript nun starten:

```
./build
```

Es werden nun der Reihe nach die PiXtend-Library, das *pixtendtool*, und das *pxauto*-Tool erstellt.

4.1 SPI aktivieren

Die Kommunikation zwischen dem Raspberry Pi und dem PiXtend-Microcontroller verwendet SPI. Stellen Sie deshalb sicher, dass das SPI-Modul auf dem Raspberry Pi aktiviert ist. Im folgenden zeigen wir Ihnen drei Versionen. Im Zweifelsfall bitte prüfen welche Möglichkeiten für Ihre Raspbian-Version die richtige ist. Die Vorgehensweise hat sich leider schon des Öfteren geändert.

Methode 1:

Öffnen Sie *raspi-config* und aktivieren sie SPI unter „Advanced Options“ → SPI → „Yes“

```
sudo raspi-config
```

Methode 2 (veraltete Methode!):

Bearbeiten Sie die Datei */etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf*

```
sudo nano /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf
```

Kommentieren Sie den Eintrag "blacklist spi-bcm2708" aus in dem sie der Zeile ein #-Zeichen voranstellen oder löschen Sie die komplette Zeile.



```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf

# blacklist spi and i2c by default (many users don't need them)

blacklist spi-bcm2708
blacklist i2c-bcm2708
```

Speichern Sie die Änderungen mit Ctrl-O, Return, Ctrl-X

Bearbeiten Sie die Datei `/etc/modules`

```
sudo nano /etc/modules
```

Fügen sie den Eintrag „spidev“ in einer neuen Zeile (ohne Anführungszeichen) hinzu.
Speichern sie die Änderungen mit Ctrl-O, Return, Ctrl-X

Methode 3:

Ab Kernel Version 3.18.x wird *Device Tree* verwendet um Kernel-Module zu laden.

Bearbeiten sie die Datei `/boot/config.txt`

```
sudo nano /boot/config.txt
```

Fügen sie den Eintrag „dtparam=spi=on“ in einer neuen Zeile (ohne Anführungszeichen) hinzu.

Speichern sie die Änderungen mit Ctrl-O, Return, Ctrl-X

Ausführlichere Informationen zu den Änderungen und der Vorgehensweise ab Kernel 3.18.x finden sie hier:

<http://raspberrypi.org/faq/raspberry-pi-device-tree-aenderung-mit-kernel-3-18-x-geraete-wieder-aktivieren/>

Bei allen Methoden ist anschließend ist ein Reboot notwendig:

```
sudo shutdown -r now
```



5. Verwendung des pixtendtool

Wechseln Sie in das Verzeichnis das pixtendtool beinhaltet z.B. mit

```
cd ~/pxdev/pixtendtool
```

Geben Sie nun folgenden Befehl ein:

```
sudo ./pixtendtool -h
```

Dieser Befehl gibt alle möglichen Aufrufe und Optionen / Parameter aus:

```
PiXtend Tool - www.pixtend.de - Version 0.5.3
```

```
usage: sudo pixtendtool [OPTION] [VALUE(s)]
```

available options:

-h	print this help
-do VALUE	set the digital output byte to VALUE[0-255]
-do BIT VALUE	set the digital output BIT[0-5] to VALUE [0/1]
-dor	read the digital output byte
-dor BIT	read the digital output BIT[0-5]
-di	get the digital input byte
-di BIT	get the digital input BIT[0-7]
-ai CHANNEL	get the analog input CHANNEL[0-3] raw value
-ai CHANNEL REF	get the analog input CHANNEL[0-3] value based on REF[5V/10V]
-aic VALUE0 VALUE1	write AI Control Registers to VALUEx[0-255]
-ao CHANNEL VALUE	set the analog output CHANNEL[0-1] to VALUE[0-1023]
-rel VALUE	set the relay output byte to VALUE[0-255]
-rel BIT VALUE	set the relay output BIT[0-3] to VALUE[0/1]
-relr	read the relay output byte
-relr BIT	read the relay output BIT[0-3]
-gw VALUE	write GPIO output byte to VALUE[0-255]
-gw BIT VALUE	set GPIO output BIT to VALUE[0/1]
-gr	read GPIO input byte
-gr BIT	read GPIO input BIT[0-3]
-gc VALUE	write GPIO control register to VALUE[0-255]
-tr CHANNEL [TYPE]	read temperature from CHANNEL[0-3] of TYPE[dht11/dht22]
-hr CHANNEL [TYPE]	read humidity from CHANNEL[0-3] of TYPE[dht11/dht22]
-srv CHANNEL VALUE	set a servo VALUE[0-255] for CHANNEL[0-1]
-pwm CHANNEL VALUE	set a pwm VALUE[0-65535] for CHANNEL[0-1]
-pwmc VALUE0 VALUE1 VALUE2	write PWM control registers to VALUEx[0-255]
-shw MODE	change serial hardware MODE[rs232/rs485]



-swc SERIALDEVICE BAUDRATE CHAR	write a CHAR on SERIALDEVICE
-sws SERIALDEVICE BAUDRATE STRING	write a STRING on SERIALDEVICE (max 255)
-sr SERIALDEVICE BAUDRATE	read data from SERIALDEVICE until Ctrl^C
-ucc VALUE	write the microcontroller control register to VALUE
-ucr	reset the microcontroller
-ucs	read microcontroller status register
-ucv	read microcontroller version
-rasp VALUE	write the RaspberryPi status register to VALUE[0-255]

Die Ausgabe kann abweichen, wenn es inzwischen eine neue Version des pixtendtool gibt. Die hier dargestellte Ausgabe bezieht sich auf die Version 0.5.3.

Beispiele

Der Befehl

```
sudo ./pixtendtool -di
```

gibt Auskunft über den Zustand des digitalen Eingangs-Bytes zum Zeitpunkt des Aufrufs:

```
pi@raspberrypi ~/pxdev/pixtendtool $ sudo ./pixtendtool -di
Digital inputs: 0
```

```
sudo ./pixtendtool -do 15
```

Setzt die digitalen Ausgänge auf 15. Dies repräsentiert binär 00001111, setzt also die Ausgänge 0, 1, 2, 3 während 4,5 (6,7) gelöscht werden.

Um analoge Eingänge abzufragen, verwenden Sie dementsprechend:

```
sudo ./pixtendtool -ai 0
```

```
pi@raspberrypi ~/pxdev/pixtendtool $ sudo ./pixtendtool -ai 0
Analog input 0: 516
pi@raspberrypi ~/pxdev/pixtendtool $ sudo ./pixtendtool -ai 1
Analog input 1: 0
pi@raspberrypi ~/pxdev/pixtendtool $ sudo ./pixtendtool -ai 2
Analog input 2: 1
pi@raspberrypi ~/pxdev/pixtendtool $ sudo ./pixtendtool -ai 3
Analog input 3: 0
```

Analog-Eingang 0 liefert uns den Wert 516. Bei einer Referenzspannung von 10 V und der Auflösung von 10 Bit ($2^{10} = 1024$) entspricht der Wert also $10 \text{ V} / 1024 * 516 = 5,04 \text{ Volt}$.



Auch serielle Übertragungen per RS232 oder RS485 können mit dem pixtendtool sehr einfach aufgerufen werden.

Eine Zeichenfolge wird mit folgendem Befehl über die UART-Schnittstelle des Raspberry Pi versendet:

```
sudo ./pixtendtool -sws /dev/ttyS0 115200 test123
```

```
pi@raspberrypi:~/pxdev/pixtendtool $ sudo ./pixtendtool -sws /dev/ttyS0 115200 test123
Opened serial device [fd=3]
put string test123
Closed serial device
```

Beim Raspberry Pi 3 B hat die UART-Schnittstelle den Namen „/dev/ttyS0“. Hier wird der String (Zeichenfolge) „test123“ mit einer Baudrate von 115.200 baud übertragen.

Standardmäßig führt die UART-Schnittstelle auf PiXtend zum RS232-Wandler. Wenn RS485 verwendet werden soll, so kann dies mit folgendem Befehl erreicht werden:

```
sudo ./pixtendtool -shw rs485
```

```
pi@raspberrypi:~/pxdev/pixtendtool $ sudo ./pixtendtool -shw rs485
Changed serial hardware mode to RS485
```

Natürlich kann auf den seriellen Schnittstellen auch empfangen / gelesen werden:

```
sudo ./pixtendtool -sr /dev/ttyS0 115200
```

```
pi@raspberrypi:~/pxdev/pixtendtool $ sudo ./pixtendtool -sr /dev/ttyS0 115200
Opened serial device [fd=3]
Recv: Hallo PiXtend!
```

Zusätzliche Hinweise zur UART-Schnittstelle des Raspberry Pi:

- Standardmäßig ist die serielle Schnittstelle des RPi als Remote-Konsole nutzbar. Wenn die Schnittstelle jedoch exklusiv für eigene Datenübertragungen eingesetzt werden soll, so muss die Datei „/boot/cmdline.txt“ bearbeitet werden:

Konsole aktiv (Standard):

```
dwc_otg.lpm_enable=0 console=serial0,115200 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2
rootfstype=ext4 elevator=deadline fsck.repair=yes rootwait
```

Konsole inaktiv (z.B. um UART mit dem pixtendtool zu verwenden):

```
dwc_otg.lpm_enable=0 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2 rootfstype=ext4 elevator=deadline
fsck.repair=yes rootwait
```

Im Anschluss ist ein Reboot notwendig.

- Beim Raspberry Pi 2 und weiteren älteren Modellen heißt die UART-Schnittstelle „/dev/ttyAMA0“



Weitere Schritte

Experimentieren Sie mit den Optionen und Parametern.

Nachdem Sie mit der Verwendung und den Parametern des pxtendtool vertraut sind, können Sie Ihre eigenen Shell-Skripte schreiben in denen Sie die pxtendtool-Aufrufe verwenden.

Sie können alle Ausgaben von pxtendtool z.B. direkt in eine Text Datei umleiten:

```
sudo ./pxtendtool -h > Help.txt
```

oder Daten an eine bestehende Datei anhängen:

```
sudo ./pxtendtool -ai 0 >> analog0.log
```

Richten Sie einen *cronjob* ein, der ein Skript zyklisch aufruft um die Zustände aller analogen Eingänge in einer Datei ablegt.

Oder ein Skript das die analogen Werte in eine MySQL-Datenbank einträgt.

Oder ein Skript das täglich zu einer gewissen Uhrzeit ein Relais einschaltet, und zu einer anderen Uhrzeit wieder aus.

Oder oder oder....die Möglichkeiten sind nahezu unbegrenzt!

Vielleicht haben Sie sich gefragt, wie genau die Control-Register bedient oder bestimmte Werte verarbeitet werden müssen. Dazu gibt es zwei wichtige Dokumente auf unserer [Homepage](#):

1. App-Note: Control- und Status-Bytes
2. App-Note: Prozessdaten von PiXtend

In diesen Dokumenten finden Sie Bit-genau alle Informationen und Möglichkeiten die PiXtend für Sie bereithält.



6. Verwendung von pxauto

Wechseln Sie in das Verzeichnis das pxauto beinhaltet mit

```
cd ~/pxdev/pxauto
```

Geben Sie nun den Befehl

```
sudo ./pxauto
```

ein, um pxauto zu starten.

Hinweis: Hier ist die Verwendung des sudo Befehls sehr wichtig. Wird pxauto ohne sudo gestartet kommt es zu unerwartetem Verhalten, da nicht auf die Hardware zugegriffen werden kann. Außerdem wird die Konsolen-Ausgabe gestört.

Pxauto verfügt momentan über folgende Menüpunkte:

- DIN – Digitale Eingänge
- AIN – Analoge Eingänge / Temperatur / Luftfeuchte
- GPIO – General Purpose Input / Output
- DOUT – Digitale Ausgänge
- AOUT – Analoge Ausgänge
- PWM – PWM Ausgänge
- CTRL – Control- / Aux-Bytes
- STAT – Status Bytes



6.1 Navigation

Nach dem Start von pxauto befinden Sie sich zunächst im Menü (MENU-MODE)

Mit den Cursor Tastern *HOCH* und *RUNTER* können Sie einen anderen Menü-Punkt anwählen.

Mit *RETURN* wechseln Sie in das gerade ausgewählte Fenster (EDIT-MODE).

Farblich hervorgehobene Felder können editiert werden indem Sie einen Wert eintippen.

Um Werte zu löschen benutzen Sie bitte die Keyboard-Tasten *DEL* / *BACKSPACE*.

Boolsche Werte (z.B. digitale Ausgänge) und Auswahlmöglichkeiten können mit den Cursortasten *LINKS* / *RECHTS* gewählt werden.

Um Änderungen zu übernehmen verlassen Sie den Fokus des Feldes mit den *HOCH* / *RUNTER* Tasten.

Um wieder ins Menü zu gelangen, drücken Sie erneut *RETURN*.

Ein *q* im Hauptmenü beendet das Programm.



Vielleicht haben Sie sich gefragt, wie genau die Control-Register bedient oder bestimmte Werte verarbeitet werden müssen. Dazu gibt es zwei wichtige Dokumente auf unserer [Homepage](#):

1. App-Note: Control- und Status-Bytes
2. App-Note: Prozessdaten von PiXtend

In diesen Dokumenten finden Sie Bit-genau alle Informationen und Möglichkeiten die PiXtend für Sie bereithält.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der Benutzung von *PiXtend mit den Linux-Tools & Library* und gutes Gelingen für Ihre Projekte.

Wir sind immer an [Feedback](#) interessiert, sollten Sie PiXtend in einem Projekt verwenden würden wir uns über eine Erwähnung sehr freuen!