



Best.-Nr.: 153537
Version: 1.0
Stand: Januar 2019

Power-Controller für Raspberry Pi

RPi-PC

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany

E-Mail: technik@elv.de

Telefon: Deutschland 0491/6008-245 · Österreich 0662/627-310 · Schweiz 061/8310-100

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV Shop: www.elv.de ...at ...ch

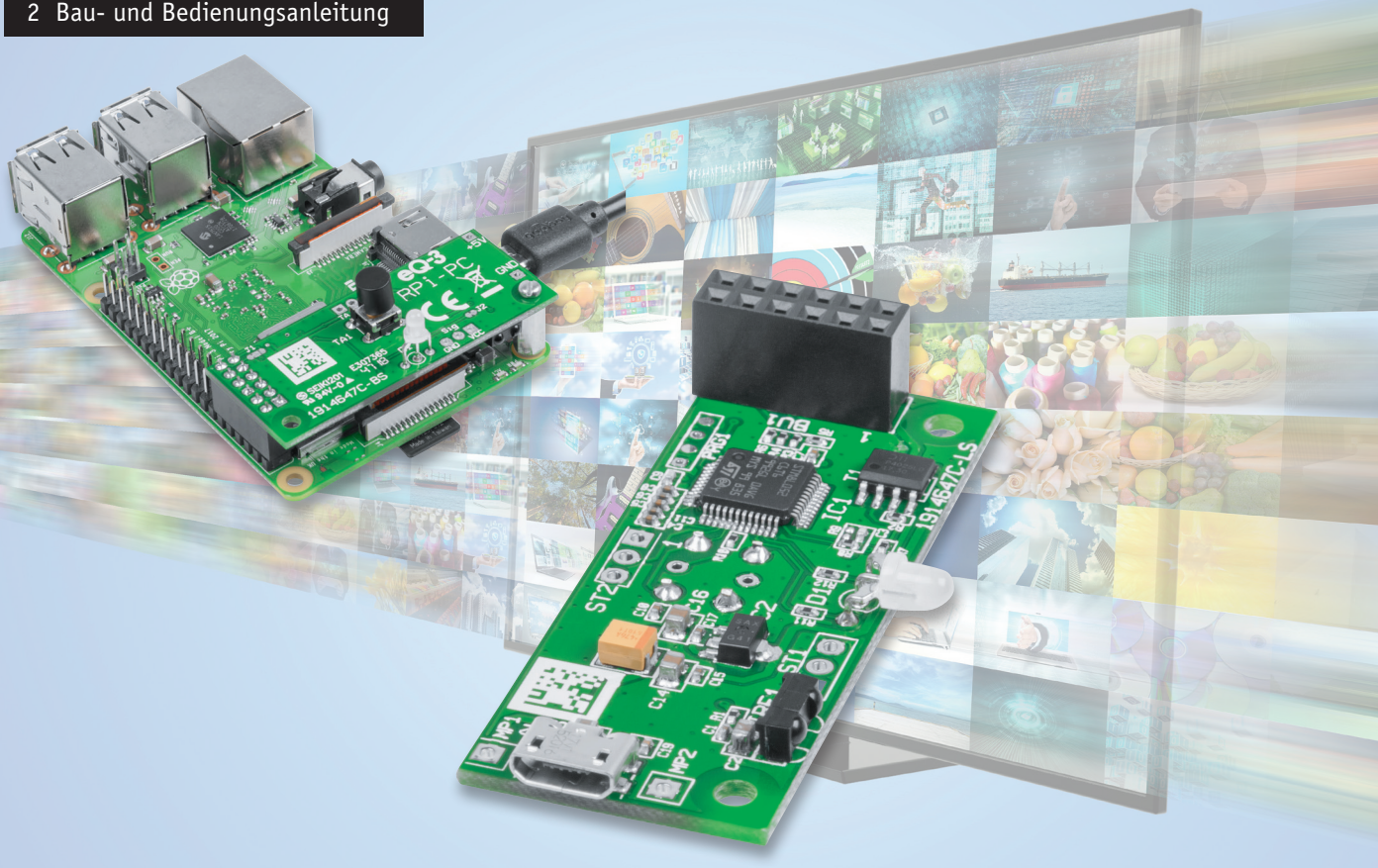
Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV Techniknetzwerk: www.netzwerk.elv.de

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29–36 · 26789 Leer · Germany
Telefon 0491/6008-88 · Telefax 0491/6008-7016 · www.elv.de



Sauber ein- und ausschalten

Power-Controller für Raspberry Pi RPi-PC

Der Raspberry Pi kehrt in immer mehr alltägliche Anwendungen ein, aber er erfordert ein genau definiertes Herunterfahren, was im Alltagsbetrieb nicht stets gewährleistet ist. Der Power-Controller RPi-PC ist genau für diese Aufgabe vorgesehen: die Stromversorgung erst dann vollständig abzuschalten, wenn der Raspberry Pi sicher heruntergefahren ist. Der integrierte IR-Empfänger ermöglicht darüber hinaus das bequeme Ein- und Ausschalten sowie das Steuern von Anwendungen, beispielsweise eines Mediaplayers, aus der Ferne.

Bausatz-
beschreibung
und
Montagevideo



#10219

QR-Code scannen oder
Webcode im ELV Shop
eingeben



Infos zum Bausatz RPi-PC



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
Lötkolben



Lötverfahren:
Ja



Programmierkenntnisse:
Nein



Elektrische Fachkraft:
Nein

Achillesferse SD-Karte

Nutzer des Raspberry Pi kennen die kleine, aber nicht unbedeutende Einschränkung: Das Betriebssystem des Minirechners befindet sich auf einem externen Speichermedium, in aller Regel einer SD-Karte. Daher müssen zum vollständigen Abschalten des Rechners einige Shutdown-Sequenzen abgearbeitet werden, um das Dateisystem auf der Speicherkarte nicht zu beschädigen. Der Minirechner ist zwar uneingeschränkt dauerbetriebsfähig, aber erstens verbraucht er auch im Ruhezustand viel Strom, und zweitens gibt es zahlreiche Anwendungen, u. a. auch batterie- oder akkuversorgte, bei denen ein Umschalten in einen deutlich reduzierten Stromverbrauch gewünscht ist. So verrichten viele Raspberry Pi ihre Arbeit mitunter als mobiler Mediaplayer, z. B. auf Kodi basierend. Und gerade bei solchen Anwendungen ist es im Betrieb kaum möglich bzw. durchsetzbar, dass das Gerät auf Rechnerebene per dort integriertem Shutdown-Prozess heruntergefahren wird – der normale Anwender will es einfach nur ein- und ausschalten.

Bequem steuern per Infrarot

Hier setzt unsere Lösung an. Der Power-Controller RPi-PC löst auf Tastendruck oder über den integrierten Infrarot-Empfänger ein Shutdown-Skript auf dem Raspberry Pi aus, das für definiertes Herunterfahren

sorgt. Ist dieser Prozess beendet, signalisiert das der Rechner über einen GPIO-Port, und der RPi-PC schaltet die Stromversorgung des Rechners ab. Das Einschalten kann wiederum über die Bedientaste oder einen IR-Fernbedienbefehl erfolgen. In Bereitschaft nimmt der Power-Controller weniger als 10 mA auf, eingeschaltet versorgt er den Raspberry Pi mit bis zu 2,5 A, kann also für alle Varianten des Raspberry Pi eingesetzt werden.

Die IR-Befehle werden im Betrieb zum Raspberry Pi weitergeleitet und können dort von entsprechender Software (z. B. Kodi) verarbeitet werden. So ist ein komfortabler Einsatz als Mediaplayer möglich. Über zwei zusätzliche Pins wird der Status zwischen Raspberry Pi und dem Gerät ausgetauscht.

Zusätzlich zum integrierten IR-Empfänger könnte an ST1 ein abgesetzter IR-Empfänger angebracht werden, falls im eingesetzten Gehäuse kein IR-Empfang möglich ist. Dabei muss man die maximale Leitungslänge von 30 cm beachten und ein geschirmtes Kabel verwenden. Die

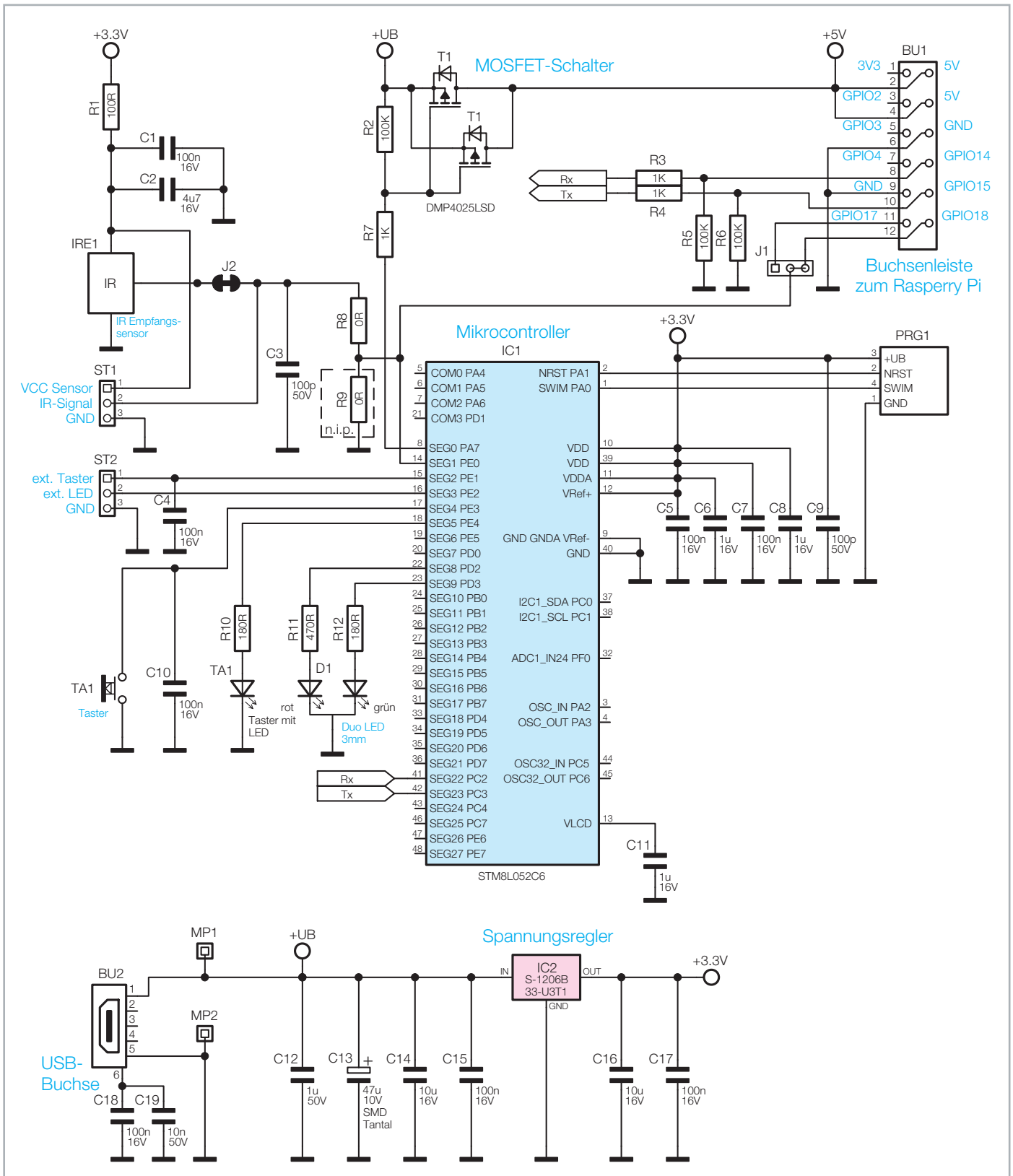


Bild 1: Das Schaltbild des Raspberry-Pi-Power-Controllers RPi-PC

Versorgungsspannung des Sensors liegt bei 3,3 V, und der Jumper J2 muss geöffnet werden, damit sich die beiden Sensoren nicht stören.

An ST2 können ein externer Taster und eine externe LED angebracht werden. Beim Anschluss einer externen LED muss zwingend die maximale Strombelastbarkeit von 10 mA beachtet und ein passender Vorwiderstand zu der LED in Reihe geschaltet werden – Nichtbeachten kann zur Zerstörung des Geräts führen.

Die LED-Betriebsspannung an diesem Anschluss beträgt ca. 3,3 V. Will man hier also z. B. eine rote LED mit 1,9 V Vorwärtsspannung anschließen, benötigt man einen Vorwiderstand von 150 Ω .

Über J1 wird das IR-Signal zusätzlich auch an den Raspberry Pi weitergeleitet, dabei kann man zwei GPIOs des Raspberry Pi nutzen. Standardmäßig steht das Signal an GPIO18 zur Verfügung. Alternativ kann nach Auftrennen von J1 und Verbinden mit der jeweils anderen Kontaktstelle das Signal auch auf GPIO17 umgelegt werden.

Über die beiden RX- und TX-Leitungen (GPIO14/15) werden Steuersignale mit dem Raspberry Pi ausgetauscht. Der RX-Pin GPIO14 sollte vom Raspberry Pi nach dem Starten auf High-Pegel gebracht werden, dadurch wird dem RPi-PC signalisiert, dass der Raspberry Pi gestartet ist, bzw. beim Abschalten des Raspberry Pi fällt der Pegel ab und der RPi-PC kann den Raspberry Pi nach einer Wartezeit von der Spannungsversorgung trennen.

Über den TX-Pin wird dem Raspberry Pi mitgeteilt, dass er herunterfahren soll, zum Beispiel per Taste

oder den Ausschaltbefehl der IR-Fernbedienung. Dazu sollte über ein Skript/Programm auf dem Raspberry Pi der GPIO15 überwacht und bei dessen Wechsel auf Low-Pegel das Herunterfahren gestartet werden.

Sollte der Pi nicht innerhalb von 30 Sekunden mit dem Herunterfahren reagiert haben, wird die Spannungsversorgung trotzdem getrennt, weil entweder das Skript nicht vorhanden ist oder der Raspberry sich „aufgehängt“ haben könnte.

Ein Skript zum Setzen und Überwachen der Pins zeigen wir im Abschnitt „Einrichten des Raspberry Pi“.

Schaltungsbeschreibung

In Bild 1 ist das recht übersichtliche Schaltbild des RPi-PC zu sehen. Kern der Schaltung ist der Mikrocontroller IC1, ein Ultra-Low-Power-8-Bit-Controller von ST Microelectronics mit interner Taktung (16 MHz) und integriertem Flash-Speicher (32 kB) sowie ebenso integriertem EEPROM.

Mit den Stütz- und Siebkondensatoren C5 bis C9 wird die Betriebsspannung von 3,3 V stabilisiert bzw. entstört.

Die Duo-LED D1 mit ihren Vorwiderständen dient – neben der Anzeige von Betriebszuständen – der Signalisierung von Anlern- und Empfangsvorgängen der Infrarot-Empfängerschnittstelle, die über einen Anlernprozess an verschiedenste IR-Fernbedienungen anpassbar ist.

Der Bedientaster TA1, der mit C10 entstört wird, dient dem Ein- und Ausschalten direkt am Gerät sowie dem Auslösen eines IR-Anlernvorgangs. Optional kann für TA1 ein Taster mit integrierter LED eingesetzt werden, die LED signalisiert dann die Betriebszustände der Anordnung RPi-PC/Raspberry Pi. Über ST2 sind sowohl ein externer Taster als auch eine externe LED, deren Anzeige TA1 entspricht, anschließbar.

Der IR-Empfangssensor IRE1 gibt sein Empfangssignal via J2 und R8 einmal an den Mikrocontroller IC1 und zusätzlich über den Jumper J1 direkt an die GPIOs 17 bzw. 18 aus. Damit gelangt primär das Ein-/Ausschaltsignal an IC1, und weitere Fernbedienbefehle für Anwendungen stehen über die GPIOs für die direkte Auswertung auf dem Raspberry Pi zur Verfügung.

Trennt man J2 auf, kann man auch einen externen IR-Empfänger an ST1 anschließen. Er muss für 3,3-V-Betrieb spezifiziert sein.

Das Zu- und Abschalten der 5-V-Betriebsspannung, die über die USB-Buchse BU2 zur Verfügung gestellt wird, erfolgt durch ein Steuersignal von IC1 aus. Es steuert die MOSFET-Schalter-Kombination des Doppel-MOSFETs T1 an, die wiederum die 5-V-Betriebsspannung an die 5-V-GPIOs des Raspberry Pi schaltet. Um die Spannungsverluste auf dem RPi-PC möglichst gering zu halten, wurde die Platine mit 70 μ m Kupfer anstatt üblicherweise 35 μ beschichtet und zwei MOSFETs wurden parallel geschaltet, um auch dort den Durchgangswiderstand zu verringern.

Die Kommunikation zwischen IC1 und dem Raspberry Pi erfolgt über die Pins PC2 und PC3 von IC1 und den GPIO14 und GPIO15 vom Raspberry Pi. Die Widerstände R3 und R4 in den Busleitungen dienen dabei dem Schutz der Ports, und die Widerstände R5 und R6 sorgen für einen definierten Pegel.

Bleibt noch die Stromversorgung der Schaltung. Über die Micro-USB-Buchse BU2 erfolgt die Einspeisung der 5-V-Versorgungsspannung, die von einem genügend leistungsfähigen Netzteil zur Verfügung gestellt werden muss, da hierüber auch der Raspberry Pi versorgt wird. An +UB stehen die 5 V für das Durchschalten mit T1 an, die Schaltungsanordnung mit IC2 und den zugehörigen Stütz- und Entstörkapazitäten erzeugt die 3,3 V für den Betrieb des RPi-PC.

Nachbau

Der Nachbau des RPi-PC beschränkt sich auf nur wenige Bestückungs- und Lötarbeiten, da alle weiteren Bauteile in SMD-Bauweise ausgeführt und ab Werk bereits bestückt sind.

Zunächst wird anhand der Platinenfotos und Bestückungspläne in Bild 2 sowie dem Bestückungsdruck auf der Platine eine sorgfältige Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler vorgenommen.

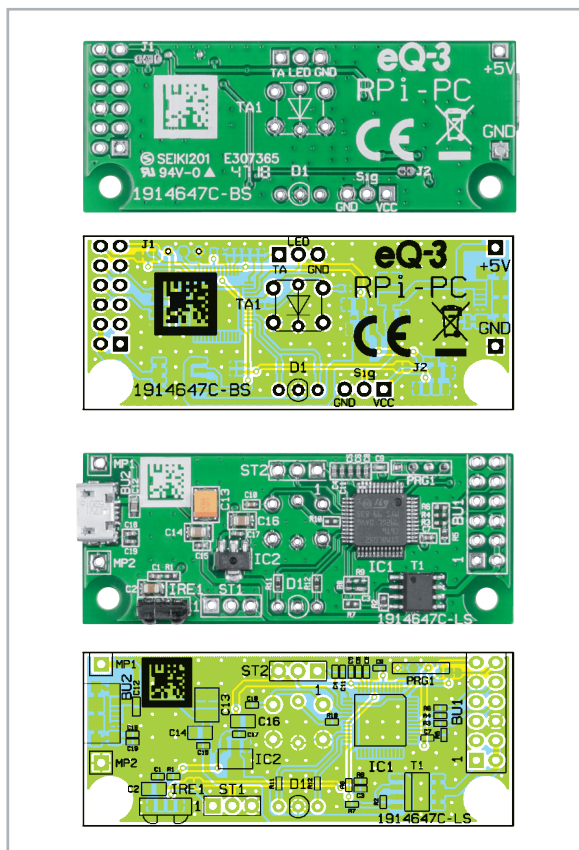


Bild 2: Die Platinenfotos des RPi-PC mit dem jeweils zugehörigen Bestückungsplan, oben die Oberseite, auf der TA1 und die LED D1 sitzen, unten die Unterseite der Platine



Wichtiger Hinweis:

Aufgrund der hohen Ströme sind die Platinen mit einer Kupferstärke von 70 μm beschichtet, dadurch lassen sich die Masseanschlüsse schwerer lötten.

Im Anschluss werden nacheinander BU1, TA1 und die LED D1 bestückt und verlötet sowie die Tasterkappe auf TA1 aufgesteckt (Bild 3). LED D1 kann dabei je nach Wunsch entweder um 90 Grad abgewinkelt oder senkrecht auf der Platinenoberseite bzw. Platinenun-

terseite bestückt werden (Bild 4). Dabei passt man die Höhe über der Platine bzw. den seitlichen Abstand zur Platine entsprechend des später eingesetzten Gehäuses an.

Damit sind die Lötarbeiten beendet und das Modul kann auf dem Raspberry Pi montiert werden.

Dazu wird der Abstandbolzen mit den Schrauben und den Kunststoffunterlegscheiben in den Bohrungen neben den USB-Buchsen zuerst beim Raspberry Pi befestigt (Bild 5). Die Unterlegscheiben müssen jeweils zwischen den Platinen und dem Abstandhalter liegen, sie sorgen für den richtigen Abstand der Platinen.

Danach wird die Buchse BU1 einfach auf die Stiftleiste des Raspberry gesteckt und das Modul ebenfalls wie oben beschrieben mit dem Abstandhalter befestigt (Bild 6). In Bild 7 ist die so montierte Anordnung betriebsfertig zu sehen, womit wir zur Inbetriebnahme kommen.

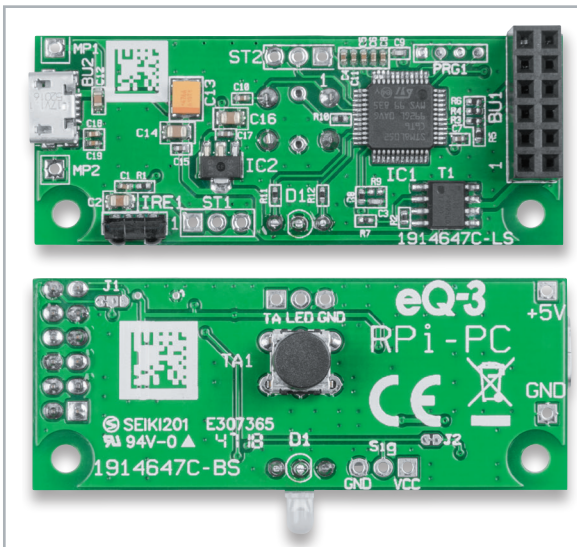


Bild 3: So werden BU1, TA1 samt Tasterkappe und die LED D1 bestückt.

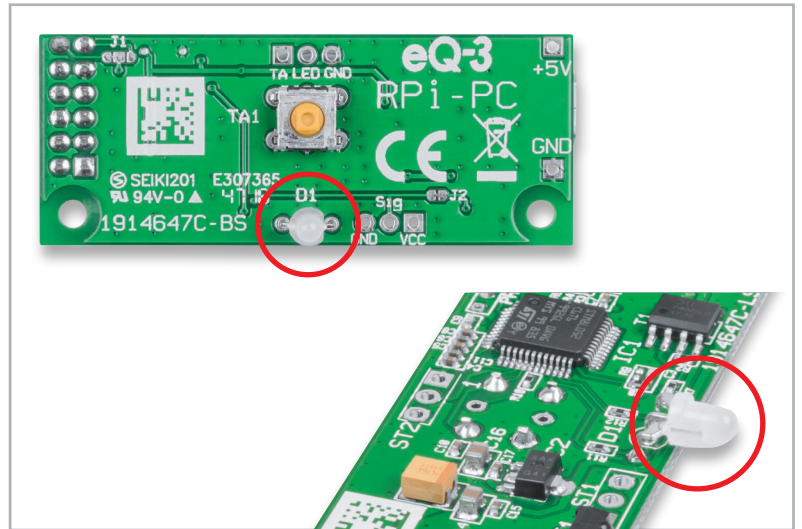


Bild 4: Die LED D1 kann je nach späterer Einbausituation senkrecht oder abgewinkelt bestückt werden.

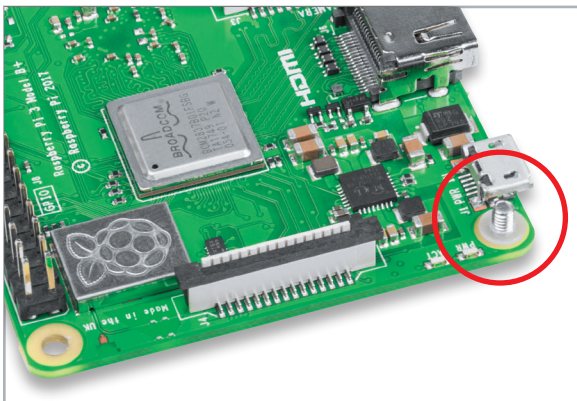


Bild 5: Zur Abstützung des RPi-PC ist wie hier gezeigt eine Schraube mit Isolierscheibe in den Raspberry Pi einzusetzen ...

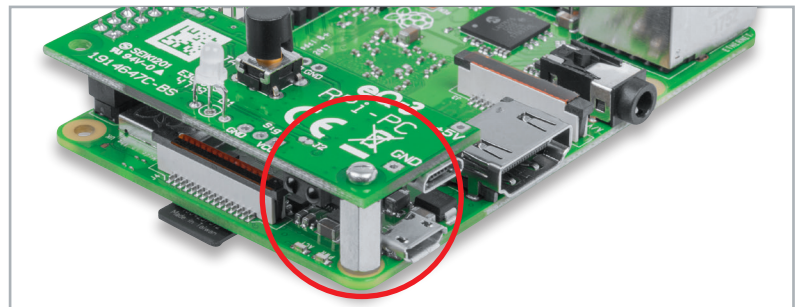


Bild 6: ... gefolgt von einem Abstandhalter und einer weiteren Isolierscheibe. Dann erfolgt das Aufsetzen des RPi-PC auf die GPIO-Stiftleiste und das Befestigen mit einer Schraube auf dem Abstandhalter.

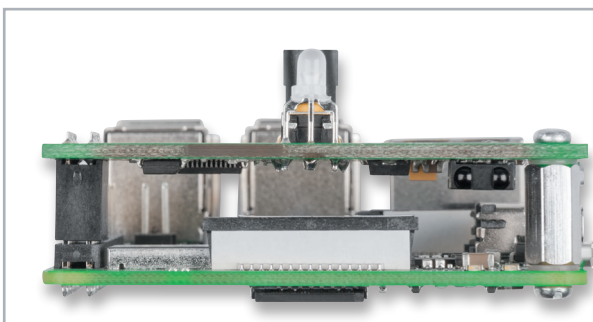
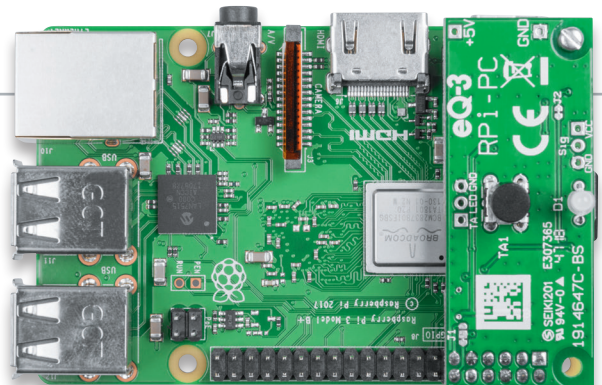


Bild 7: Die betriebsfertige Anordnung von Raspberry Pi mit aufgesetztem RPi-PC



Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R8
100 Ω/SMD/0402	R1
180 Ω/SMD/0402	R10, R12
470 Ω/SMD/0402	R11
1 kΩ/SMD/0402	R3, R4, R7
100 kΩ/SMD/0402	R2, R5, R6

Kondensatoren:

100 pF/50 V/SMD/0402	C3, C9
10 nF/50 V/SMD/0402	C19
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C4, C5, C7, C10, C15, C17, C18
1 µF/16 V/SMD/0402	C6, C8, C11
1 µF/50 V/SMD/0603	C12
4,7 µF/16 V/SMD/0805	C2
10 µF/16 V/SMD/0805	C14, C16
47 µF/10 V	C13

Halbleiter:

ELV181655/SMD	IC1
S1206B33U3T1/SOT89-3	IC2
DMP4025LSD/SMD	T1
Duo-LED/rot/grün/3 mm	D1
TSOP75438/IR-Empfängermodul/SMD	IRE1

Sonstiges:

Buchsenleiste, 2x 6-polig, gerade	BU1
USB-Buchse, Micro B, SMD	BU2
Mini-Drucktaster, 1x ein, 7,3 mm Höhe, IP67	TA1
Tastkappe, rund, 6 mm, schwarz	TA1
Abstandsbolzen mit M2,5 Innengewinde, 10 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 5 mm	
2 Unterlegscheiben, Polyamid, M2,5	

Volumio (2.452)

Benutzername: volumio

Passwort: volumio

Über SSH einloggen und die Schritte wie bei Raspbian durchführen

RecalBox (2018-07-13)

username: root

password: recalboxroot

Über SSH einloggen

```
mount -o remount rw, /
```

```
nano /etc/rpi-pc_shutdown.sh
```

Inhalt von rpi-pc_shutdown.sh einfügen und speichern

```
chmod +x /etc/rpi-pc_shutdown.sh
```

```
nano /etc/init.d/S80_rpi-pc_shutdownService.sh
```

Inhalt von S80_rpi-pc_shutdownService.sh einfügen und speichern

```
chmod +x /etc/init.d/S80_rpi-pc_shutdownService.sh
```

```
mount -o remount r, /
```

LibreELEC (8.2.5)

username: root

password: libreelec

Im Menü SSH aktivieren und über SSH einloggen:

```
nano /storage/.config/rpi-pc_shutdown.sh
```

Inhalt von rpi-pc_shutdown.sh einfügen und speichern

```
chmod +x /storage/.config/rpi-pc_shutdown.sh
```

```
nano /storage/.config/autostart.sh
```

Inhalt von autostart.sh einfügen und speichern

```
chmod +x /storage/.config/autostart.sh
```

Die nun folgenden Blöcke müssen jeweils in die mittels des Editors nano erstellten Dateien eingefügt werden:

Inhalt autostart.sh

```
#!/bin/bash
(/storage/.config/rpi-pc_shutdown.sh)&
```

Einrichten des Raspberry Pi

Je nach verwendetem Betriebssystem unterscheidet sich die Installation des RPi-PC-Shutdown-Skriptes, wobei das eigentliche Skript immer dasselbe bleibt. Lediglich das Einfügen in die jeweilige Autostart-Sequenz ist unterschiedlich.

Dazu müssen mit einem Editor, z. B. nano, Dateien neu erstellt oder bearbeitet und anschließend gespeichert werden. Der Inhalt der Skripte folgt im nächsten Abschnitt.

Für Raspbian (2018-06-27) und Retropi (4.4):

Benutzername: pi

Passwort: raspberry

Über Terminal oder SSH einloggen und folgenden Befehle ausführen:

```
sudo nano /etc/rpi-pc_shutdown.sh
```

Inhalt von rpi-pc_shutdown.sh einfügen und speichern

```
sudo chmod +x /etc/rpi-pc_shutdown.sh
```

```
sudo nano /etc/rc.local
```

Fügen Sie vor „exit“ folgende Zeile ein:

```
(/etc/rpi-pc_shutdown.sh)&
```

```
sudo chmod +x /etc/rc.local
```

Inhalt rpi-pc_shutdown.sh

```
#!/bin/bash
#set
GPIOpinOut=14
GPIOpinIn=15

#set output pin
echo "$GPIOpinOut" > /sys/class/gpio/export
echo "out" > /sys/class/gpio/gpio$GPIOpinOut/direction
echo "1" /sys/class/gpio/gpio$GPIOpinOut/value

#set input pin
echo "$GPIOpinIn" > /sys/class/gpio/export
echo "in" > /sys/class/gpio/gpio$GPIOpinIn/direction

#wait for shutdown signal
while true
do
    sleep 1
    signal=$(cat /sys/class/gpio/gpio$GPIOpinIn/value)
    if [ $signal != 1 ]
    then
        echo "Shutdown Raspberry"
        shutdown -h now
        exit 0
    fi
done
```

Inhalt rpi-pc_shutdownService.sh

```
#!/bin/bash
### BEGIN INIT INFO
# Provides: rpi-pc_shutdown.sh
# Required-Start: $local_fs $remote_fs
# Required-Stop: $local_fs $remote_fs
# Default-Start: 2 3 4 5
# Default-Stop: 0 1 6
# Short-Description: Start power controller daemon at boot time
# Description: Enable power controller service provided by daemon.
### END INIT INFO

case "$1" in
  start)
    echo "Starting script rpi-pc_shutdown.sh"
    /etc/rpi-pc_shutdown.sh
    ;;
  stop)
    echo "Stopping script /rpi-pc_shutdown.sh"
    killall rpi-pc_shutdown.sh
    ;;
  *)
    echo "Usage: /etc/init.d/rpi-pc_shutdownService {start|stop}"
    exit 1
  ;;
esac
exit 0
```

Es gibt noch weitere Möglichkeiten anstelle der hier gezeigten Skripte, z. B. über DeviceTree-Overlays (gpio_poweroff, gpio_shutdown) oder mittels Python, jedoch sind diese nicht immer auf den Betriebssystemen bereits installiert.

Die Skripte und eine ausführlichere Anleitung finden sich auch als Download auf der Artikelseite im ELV Shop unter Webcode #10219.

Zusätzlich lässt sich z. B. in LibreELEC die Auswertung der IR-Befehle aktivieren, damit kann dann die Infrarot-Fernbedienung auch zur Steuerung des Kodi-Mediaplayers genutzt werden. Dazu ziehe man aber die Anleitungen zu LibreELEC zurate, da dies den Rahmen dieses Artikels sprengen würde.

Bedienung

Die 5-V-Spannungsversorgung wird statt am Raspberry Pi an den RPi-PC angeschlossen.

Bei Spannungszufuhr leuchtet die LED D1 in folgender Sequenz kurz auf: orange, grün und aus, bevor die LEDs weitere Zustände, wie in [Tabelle 1](#) aufgeführt, anzeigen.

LED-Blinkverhalten

Zustand	LED D1	LED TA1	LED Extern
Raspberry Pi ist aus	rot gedimmt*	an gedimmt*	aus
Raspberry Pi ist an	grün	an	an
Angelernten IR-Code empfangen	kurz gelb	kurzer Zustandswechsel der LED	
Anlernmodus IR-Code für Ein	gelb blinkend	–	–
Anlernmodus IR-Code für Aus	gelb blinkend	–	–
IR-Code gespeichert	1 s grün	–	–
Herunterfahren des Raspberry Pi	rot blinkend	–	blinkend
Hochfahren des Raspberry Pi	grün blinkend	–	blinkend

* Im Zustand „Aus“ gibt es für die LEDs D1 und TA1 3 Einstellmöglichkeiten: Zwei Dimmstufen mit geringer Helligkeit und Aus. Die Konfiguration hierfür kann aufgerufen werden, wenn der externe Tastereingang an ST2 bei Spannungszufuhr gegen Masse geschaltet wird. Die LED blinkt 5-mal orange, bevor die LEDs in die Vorschau für den aktuell gewählten Modus wechseln. Über die Taste TA1 kann die Einstellung geändert werden, und 10 Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung wird die Einstellung gespeichert und das Gerät startet normal.

Über einen kurzen Tastendruck (< 2 Sekunden) auf die Taste oder über den externen Tastereingang lässt sich der Zustand von Aus zu Ein und umgekehrt ändern.

Wird die Taste oder der externe Tastereingang länger als 10 Sekunden betätigt, wird ein Ausschalten erzwungen, dies könnte notwendig sein, wenn der Raspberry Pi sich „aufgehängt“ hat und man einen Reset erzwingen will.

Wird die Taste am Gerät länger als 2 Sekunden aber kürzer als 10 Sekunden betätigt, startet der Anlernmodus für die IR-Fernbedienung, die LED blinkt zyklisch gelb. Es können zwei separate Tasten für Einschalten und Ausschalten angelernt werden. Ein neu angelernter Code wird mit Aufleuchten der grünen LED für 1 Sekunde signalisiert. Der erste empfangene IR-Code ist für das Einschalten, der zweite IR-Code für das Ausschalten definiert. Sollte nach Ablauf von 20 Sekunden kein IR-Code empfangen werden, wird der Anlernvorgang beendet.

Ist nur ein IR-Code angelernt worden, verwendet der RPi-PC auch für das Ausschalten den Code des Einschaltvorgangs. **ELV**

Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	RPi-PC
Versorgungsspannung:	4,8–5,2 VDC
Stromaufnahme:	2,5 A max.
Ruhestromaufnahme:	< 10 mA
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	57 x 23 x 21 mm
Gewicht:	10 g



Wichtige Hinweise:

1. Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung gemäß EN60950-1 handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von handelsüblichen Stecker-Netzteilen mit entsprechender Leistung erfüllt.
2. Das Gerät kann nicht in einen Aus- oder Stand-by-Zustand versetzt werden, da dies nicht mit seiner vorgesehenen Verwendung vereinbar ist.
3. Für einen ausreichenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen ist der Einbau in ein geeignetes Gehäuse erforderlich, damit die Schaltung nicht durch eine Berührung mit den Fingern oder mit Gegenständen gefährdet werden kann.
4. Leitungen an ST1 und ST2 dürfen eine Länge von 30 cm nicht überschreiten.

Hinweis zu den vorbestückten Bausatz-Leiterplatten

Sehr geehrter Kunde,

das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) verbietet (abgesehen von wenigen Ausnahmen) seit dem 1. Juli 2006 u. a. die Verwendung von Blei und bleihaltigen Stoffen mit mehr als 0,1 Gewichtsprozent Blei in der Elektro- und Elektronikproduktion.

Die ELV-Produktion wurde daher auf bleifreie Lötzinn-Legierungen umgestellt und sämtliche vorbestückte Leiterplatten sind bleifrei verlötet.

Bleihaltige Lote dürfen im Privatbereich zwar weiterhin verwendet werden, jedoch kann das Mischen von bleifreien- und bleihaltigen Loten auf einer Leiterplatte zu Problemen führen, wenn diese im direkten Kontakt zueinander stehen. Der Schmelzpunkt an der Übergangsstelle kann sich verringern, wenn niedrig schmelzende Metalle, wie Blei oder Wismut, mit bleifreiem Lot vermischt werden. Das unterschiedliche Erstarren kann zum Abheben von Leiterbahnen (Lift-Off-Effekt) führen. Des Weiteren kann der Schmelzpunkt dann an der Übergangsstelle unterhalb des Schmelzpunktes von verbleitem Lötzinn liegen. Insbesondere beim Verlöten von Leistungselementen mit hoher Temperatur ist dies zu beachten.

Wir empfehlen daher beim Aufbau von Bausätzen den Einsatz von bleifreien Loten.

ELV

Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!



Verbrauchte Batterien gehören nicht in den Hausmüll! Entsorgen Sie diese in Ihrer örtlichen Batteriesammelstelle!



Bevollmächtigter des Herstellers:
eQ-3 eQ-3 AG · Maiburger Straße 29 · 26789 Leer · Germany