



- Der ideale Einstieg in die Welt des Raspberry Pi
- Keine Vorkenntnisse nötig

Spannende Experimente mit dem Raspberry Pi

#### WICHTIGER HINWEIS:

Die verwendeten Programme gibt es hier zum Download: [conrad.de/technik-eier](http://conrad.de/technik-eier)

Öffnen Sie die Webseite direkt mit dem vorinstallierten Browser auf dem Raspberry Pi und laden Sie die Zip-Datei in das Home-Verzeichnis /home/pi herunter. Starten Sie den Dateimanager auf dem Raspberry Pi. Dieser zeigt beim Start automatisch das Home-Verzeichnis an. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die heruntergeladene Zip-Datei und wählen Sie im Kontextmenü **Hier entpacken**. Das Downloadarchiv enthält zudem die komplette Anleitung mit vielen weiteren Versuchen.

## EI FÜR RASPBERRY PI

Mit einem normalen PC oder gar einem Notebook einfache Elektronik zu steuern, ist – auch wenn es nur ein paar LEDs sind – für Hobby-programmierer mit kaum vertretbarem Aufwand verbunden. Dem PC fehlen einfach die dafür notwendigen Schnittstellen. Außerdem ist das Windows-Betriebssystem denkbar ungeeignet dafür, mit Elektronik zu kommunizieren.

Der Raspberry Pi ist – obwohl es auf den ersten Blick gar nicht so aussieht – ein vollwertiger Computer. Vieles geht etwas langsamer, als man es von modernen PCs gewohnt ist, dafür ist der Raspberry Pi aber auch viel kleiner und vor allem billiger als ein PC.

Die Experimente in diesem Technik-Ei werden mit Scratch programmiert. Diese Programmiersprache ist auf dem Raspberry Pi vorinstalliert und überzeugt durch ihren geringen Einarbeitungsaufwand. Sie können ohne Vorkenntnisse sofort mit der Programmierung loslegen. Alle Experimente funktionieren mit dem Raspberry Pi 3 und dem Raspberry Pi 3 B+.

## RASPBERRY PI VORBEREITEN

Um den Raspberry Pi in Betrieb zu nehmen, braucht man:

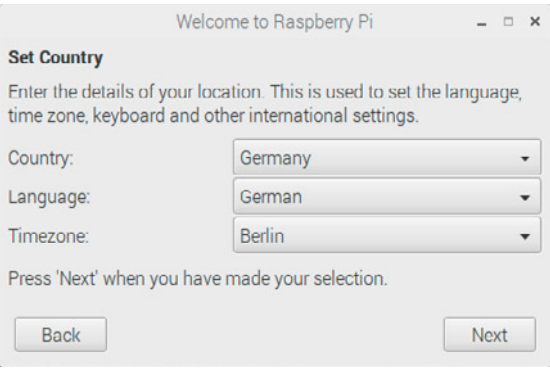
- |                        |  |
|------------------------|--|
| USB-Tastatur und Maus  | MicroSD-Karte mit Betriebssystem Raspbian (ab Version 2.8.2) |
| HDMI-Kabel und Monitor |  |
| Netzkabel oder WLAN    | Micro-USB-Handyladegerät als Netzteil (mindestens 2.000 mA)  |

Das Netzteil muss als Letztes angeschlossen werden, damit schaltet sich der Raspberry Pi automatisch ein. Es gibt keinen eigenen Ein-/Ausschalter.

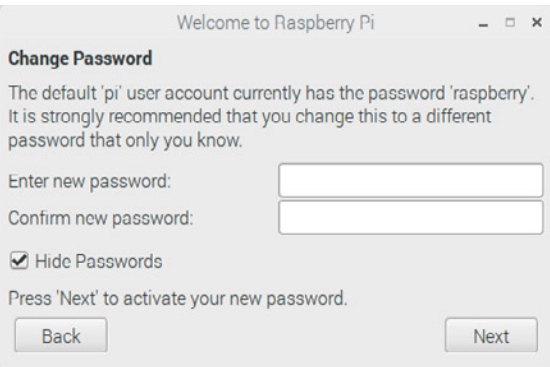
### Betriebssysteminstallation in kürze

Für alle, die ihren Raspberry Pi noch nicht mit der aktuellen Raspbian-Version betriebsbereit haben, hier die Systeminstallation in zehn Schritten:

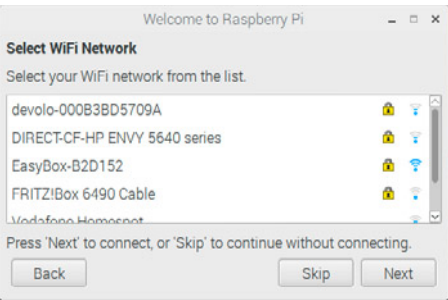
1. NOOBS mindestens Version 2.8.2 von [www.raspberrypi.org/downloads](http://www.raspberrypi.org/downloads) auf den PC herunterladen und Zip-Archiv auf die Festplatte entpacken.
2. Wurde die SD-Karte bereits benutzt, mit SD-Formatter im PC neu formatieren: [www.sdcard.org/downloads/formatter\\_4](http://www.sdcard.org/downloads/formatter_4). Dabei **Format Size Adjustment** einschalten (die SD-Karte muss mindestens 4 GB groß sein).
3. Alle Dateien und Unterverzeichnisse von NOOBS auf die SD-Karte kopieren.
4. SD-Karte aus dem PC nehmen, in den Raspberry Pi stecken und booten. Ganz unten **Deutsch** als Installationssprache wählen. Damit wird automatisch auch die deutsche Tastatur ausgewählt.
5. Das Häkchen beim vorausgewählten Raspbian-Betriebssystem setzen und oben links auf **Install** klicken. Nach Bestätigung einer Sicherheitsabfrage, dass die Speicherkarte überschrieben wird, startet die Installation, die einige Minuten dauert. Nach abgeschlossener Installation bootet der Raspberry Pi neu.
6. Seit der Version NOOBS 2.8.2 startet ein automatischer Konfigurationsassistent. Hier im ersten Dialogfeld auf **Next** klicken und dann Sprache und Zeitzone auswählen, falls sie nicht automatisch auf Deutsch gesetzt sind.



7. Im nächsten Schritt wird empfohlen, das Standardpasswort zu ändern, was für die Experimente in diesem Technik-Ei nicht unbedingt nötig ist.

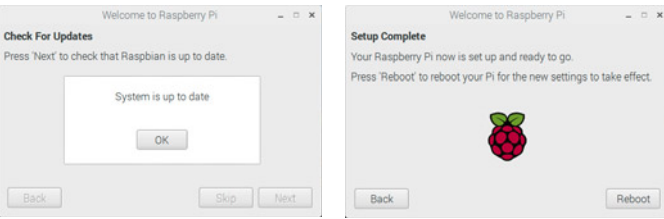


8. Bei **Select Wifi Network** das Netzwerk auswählen und das Passwort eingeben, bei Ethernetverbindung einfach auf **Skip** klicken.



9. Im nächsten Schritt wird gefragt, ob Updates heruntergeladen werden sollen. Je nach Anzahl und Größe der für das Betriebssystemimage verfügbaren Updates kann diese Installation bis zu einer Stunde dauern, kann aber auch mit Skip übersprungen werden.

10. Im letzten Schritt den Raspberry Pi neu booten.



### NUM-LOCK-TASTE

Wie bei fast allen Linux-Systemen, ist auch beim Start von Raspbian der Ziffernblock standardmäßig ausgeschaltet. Drücken Sie die Num-Lock-Taste auf der Tastatur, um ihn einzuschalten.

## DIE BAUTEILE

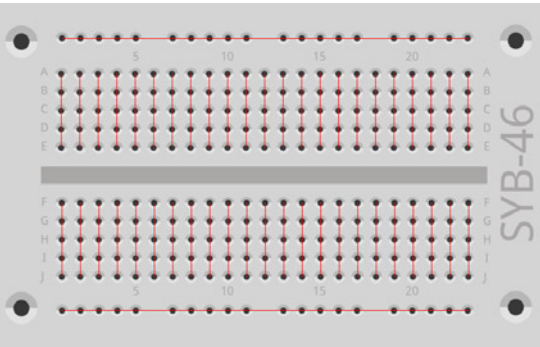
Diese Bauteile sind im Technik-Ei enthalten:

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ■ 1 x Steckbrett            | ■ 1 x Stück Knete           |
| ■ 7 x LED mit Vorwiderstand | ■ 8 x GPIO-Verbindungskabel |
| ■ 1 x Widerstand 20 MOhm    | ■ Schaltdraht               |

### Steckbrett

Für den schnellen Aufbau elektronischer Schaltungen, ohne löten zu müssen, verwenden wir ein Steckbrett. Dort können elektronische Bauteile direkt in ein Lochraster gesteckt werden.

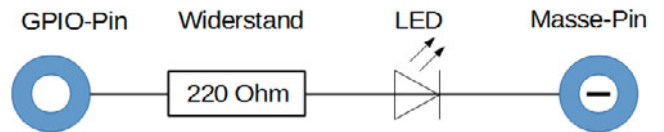
Bei diesem Steckbrett sind alle äußeren Längsreihen über Kontakte (X und Y) miteinander verbunden. Diese Kontaktreihen werden oft als Plus- und Minuspol zur Stromversorgung der Schaltungen genutzt. In den anderen Kontaktreihen sind jeweils fünf Kontakte (A bis E und F bis J) quer miteinander verbunden, wobei in der Mitte der Platine eine Lücke ist. Dort können größere Bauelemente eingesteckt und nach außen hin verdrahtet werden.



Die Verbindungen auf dem Steckbrett.

### LEDs

LEDs (Deutsch: Leuchtdioden) leuchten, wenn Strom in Durchflussrichtung durch sie fließt. LEDs werden in Schaltungen mit einem pfeilförmigen Dreieckssymbol dargestellt, das die Flussrichtung vom Pluspol zum Minuspol oder zur Masseleitung angibt. Eine LED lässt in der Durchflussrichtung nahezu beliebig viel Strom durch, sie hat nur einen sehr geringen Widerstand. Um den Durchflussstrom zu begrenzen und damit ein Durchbrennen der LED zu verhindern, wird üblicherweise zwischen dem verwendeten GPIO-Pin und der Anode der LED oder zwischen der Kathode und dem Massepin ein 220-Ohm-Vorwiderstand eingebaut. Dieser Vorwiderstand schützt auch den GPIO-Ausgang des Raspberry Pi vor zu hohen Stromstärken. Die LEDs im Technik-Ei haben den Vorwiderstand bereits eingebaut und können daher direkt an die GPIO-Pins angeschlossen werden.



Schaltplan einer LED mit Vorwiderstand.

### LED IN WELCHER RICHTUNG ANSCHLIESSEN?

Die beiden Anschlussdrähte einer LED sind unterschiedlich lang. Der längere ist der Pluspol, die Anode, der kürzere die Kathode. Einfach zu merken: Das Pluszeichen hat einen Strich mehr als das Minuszeichen und macht damit den Draht quasi etwas länger. Außerdem sind die meisten LEDs auf der Minusseite abgeflacht, vergleichbar mit einem Minuszeichen. Auch leicht zu merken: Kathode = kurz = Kante.

### Widerstände

Widerstände werden zur Strombegrenzung an empfindlichen elektronischen Bauteilen sowie als Vorwiderstände für LEDs verwendet. Die Maßeinheit für Widerstände ist Ohm. 1.000 Ohm entsprechen einem Kiloohm, abgekürzt kOhm. 1.000 kOhm entsprechen einem Megaohm, abgekürzt MOhm. Oft wird für die Einheit Ohm auch das Omega-Zeichen  $\Omega$  verwendet.

Die farbigen Ringe auf den Widerständen geben den Widerstandswert an. Mit etwas Übung sind sie deutlich leichter zu erkennen als winzig kleine Zahlen, die man nur noch auf ganz alten Widerständen findet. Die meisten Widerstände haben vier solcher Farbringe. Die ersten beiden Farbringe bezeichnen die Ziffern, der dritte einen Multiplikator und der vierte die Toleranz. Der Toleranzring ist meistens gold- oder silberfarben – Farben, die auf den ersten Ringen nicht vorkommen. Dadurch ist die Leserichtung immer eindeutig. Der Toleranzwert selbst spielt in der Digitalelektronik kaum eine Rolle. Die Tabelle zeigt die Bedeutung der farbigen Ringe auf Widerständen.

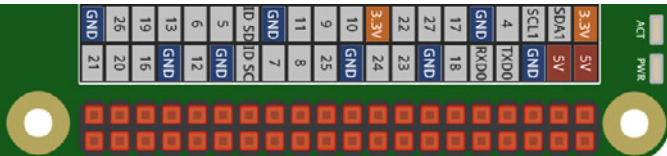
In diesem Technik-Ei ist ein 20-Mohm-Widerstand enthalten (rot-schwarz-blau). In welcher Richtung ein Widerstand eingebaut wird, ist egal. Bei LEDs dagegen spielt die Einbaurichtung eine wichtige Rolle.

Farbe	Widerstandswert in Ohm			
	1. Ring (Zehner)	2. Ring (Einer)	3. Ring (Multiplikator)	4. Ring (Toleranz)
Silber			$10^{-2} = 0,01$	$\pm 10 \%$
Gold			$10^{-1} = 0,1$	$\pm 5 \%$
Schwarz		0	$10^0 = 1$	
Braun	1	1	$10^1 = 10$	$\pm 1 \%$
Rot	2	2	$10^2 = 100$	$\pm 2 \%$
Orange	3	3	$10^3 = 1.000$	
Gelb	4	4	$10^4 = 10.000$	
Grün	5	5	$10^5 = 100.000$	$\pm 0,5 \%$
Blau	6	6	$10^6 = 1.000.000$	$\pm 0,25 \%$
Violett	7	7	$10^7 = 10.000.000$	$\pm 0,1 \%$
Grau	8	8	$10^8 = 100.000.000$	$\pm 0,05 \%$
Weiß	9	9	$10^9 = 1.000.000.000$	



## GPIO-Verbindungskabel

Die farbigen Verbindungskabel haben alle auf einer Seite einen Stecker, auf der anderen Seite eine Steckbuchse, die auf einen GPIO-Pin des Raspberry Pi passt. Die Stecker werden in das Steckbrett gesteckt. Die programmierbaren GPIO-Pins auf dem Raspberry Pi haben Nummern, die Masse-Pins sind in der Abbildung mit GND gekennzeichnet.



Belegung der GPIO-Pins.

## VORSICHTSMASSNAHMEN

Auf keinen Fall sollte man irgendwelche GPIO-Pins miteinander verbinden und abwarten ab, was passiert. Nicht alle GPIO-Pins lassen sich frei programmieren. Ein paar sind für die Stromversorgung und andere Zwecke fest eingerichtet. Einige GPIO-Pins sind direkt mit Anschlüssen des Prozessors verbunden, ein Kurzschluss kann den Raspberry Pi komplett zerstören. Verbindet man über eine LED zwei Pins miteinander, muss immer ein Schutzwiderstand dazwischengeschaltet werden. Eine Ausnahme bilden die LEDs mit eingebautem Vorwiderstand. Für Logiksignale muss immer Pin 1 verwendet werden, der +3,3 V liefert und bis 50 mA belastet werden kann. Pin 6 ist die Masseleitung für Logiksignale. Pin 2 und 4 liefern +5 V zur Stromversorgung externer Hardware. Hier kann so viel Strom entnommen werden, wie das USB-Netzteil des Raspberry Pi liefert. Diese Pins dürfen aber nicht mit einem GPIO-Eingang verbunden werden.

## Schaltdraht

Mit dem Schaltdraht stellen Sie kurze Verbindungsbrücken her, mit denen Kontaktreihen auf der Steckplatine verbunden werden.

## DIE PROGRAMMIERSPRACHE SCRATCH

Scratch ist auf dem Raspberry Pi im Menü unter 'Entwicklung' vorinstalliert und gilt als eine der am leichtesten zu erlernenden Programmiersprachen. Ein Programm wird aus puzzlesteinartigen Blöcken zusammengeklickt, man braucht sich keine Befehlsnamen und Syntaxregeln zu merken.

### Das neue Scratch 2

Seit der ersten Raspbian-Version war die Programmiersprache Scratch in der Version 1.x vorinstalliert. Für PCs gibt es seit einigen Jahren die neue Version Scratch 2 mit deutlich mehr Möglichkeiten. Damit lassen sich unter anderem eigene Funktionsblöcke erstellen. Scratch 2 läuft auf dem PC online im Browser. Dafür ist allerdings mehr Rechenleistung erforderlich, als ein Raspberry Pi zurzeit bieten kann. Seit der Version NOOBS 2.4.0 ist im Raspbian-Betriebssystem eine Version von Scratch 2 vorinstalliert, die offline ohne Browser läuft und so mit der Leistung eines Raspberry Pi 3 problemlos auskommt. Mit Scratch 2 ist die Hardwaresteuerung über die GPIO-Schnittstelle wesentlich einfacher geworden. Allerdings werden einige wichtige Funktionen zur GPIO-Steuerung noch nicht unterstützt. Deshalb verwenden wir für alle Projekte in diesem Adventskalender weiterhin das bewährte Scratch 1.4.

### Scratch vorbereiten

Klicken Sie oben links neben dem Scratch-Logo auf die Weltkugel und wählen Sie **Deutsch**. Die ausgewählte Sprache bleibt gespeichert, muss also nicht jedes Mal neu ausgewählt werden. Scratch 1.4 bietet eine Unterstützung für verschiedene



Scratch 1.4 auf Deutsch umschalten

Hardwarekomponenten am GPIO-Port, die bei jedem Programm über den Menüpunkt **Bearbeiten/Start GPIO server** einmal aktiviert werden muss. Dass die GPIO-Unterstützung aktiv ist, erkennen Sie daran, dass sich dieser Menüpunkt **in Stop GPIO server** ändert. Überprüfen Sie das bei jedem neuen Scratch-Programm.



Scratch 1.4 GPIO-Server starten

## PROGRAMME ZUM DOWNLOAD

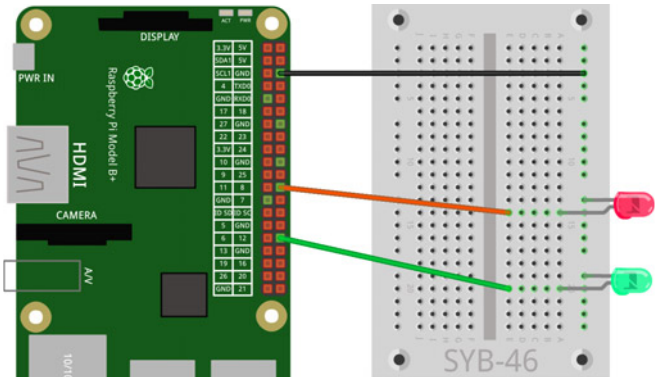
Die im Technik-Ei verwendeten Programme gibt es hier zum Download: [conrad.de/technik-eier](http://conrad.de/technik-eier) Öffnen Sie die Webseite direkt mit dem vorinstallierten Browser auf dem Raspberry Pi und laden Sie die Zip-Datei in das Home-Verzeichnis /home/pi herunter. Starten Sie den Dateimanager auf dem Raspberry Pi. Dieser zeigt beim Start automatisch das Home-Verzeichnis an. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die heruntergeladene Zip-Datei und wählen Sie im Kontextmenü **Hier entpacken**. Das Downloadarchiv enthält diese Anleitung als PDF in Farbe, damit Sie auf den Schaltplänen die einzelnen Leitungen sowie die Abbildungen der Scratch-Programme besser erkennen können.

## ZWEI LEDS BLINKEN ABWECHSELND

Das erste Experiment lässt zwei LEDs abwechselnd rot und grün leuchten. Gesteuert wird das Ganze über eine Endlosschleife in Scratch.

### Bauteile

- 1 Steckbrett
- 1 LED rot mit Vorwiderstand
- 1 LED grün mit Vorwiderstand
- 3 GPIO-Verbindungskabel

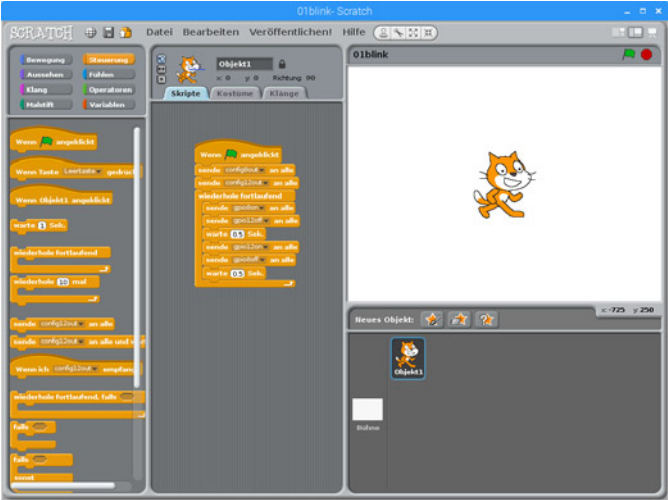


Zwei LEDs blinken am Raspberry Pi.

Achten Sie darauf, dass die LEDs richtig herum eingebaut sind. Die flache Seite ist in der Abbildung oben. Die Schaltungsaufbauten verwenden die Kontaktleiste an der einen Längsseite des Steckbretts als Massekontakt. Hier werden die Kathoden aller LEDs eingesteckt und über ein Kabel mit einem GND-Pin auf dem Raspberry Pi verbunden.

## Das Programm

In Scratch braucht man beim Programmieren keinen Programmcode zu tippen. Die Blöcke werden einfach per Drag and drop aneinander gehängt. Die Blockpalette im linken Teil des Scratch-Fensters enthält, nach Themen geordnet, die verfügbaren Blöcke.



Dieses Scratch-Programm **01blink** steuert die beiden LEDs.

Sie können das Programm auf dem Bildschirm selbst zusammenbauen oder das Programm **01blink** aus dem Download verwenden. Wählen Sie dazu im Menü **Datei/Öffnen** und klicken Sie im nächsten Dialogfeld auf die Schaltfläche **pi**, um das persönliche Home-Verzeichnis auszuwählen, in dem die heruntergeladenen Programme liegen. Klicken Sie in Scratch oben links auf das gelbe Symbol **Steuerung**. Dann werden in der Blockpalette links die Blöcke zur Steuerung angezeigt. Für dieses erste Programm brauchen wir nur diese gelben Blöcke. Ziehen Sie die Blöcke, die Sie brauchen, einfach aus der Blockpalette in das Skriptfenster in der Mitte von Scratch.



Der Block **Wenn (Grüne Fahne) angeklickt** dient dazu, ein Programm zu starten. Die folgenden Skriptelemente werden ausgeführt, wenn man auf das grüne Fähnchen rechts oben in Scratch klickt. Der Block ist oben rund, passt also unter keinen anderen Block. Er muss immer als Erstes gesetzt werden.



Die GPIO-Befehle werden über den Scratch-Block **sende ▼ an alle** ausgegeben. Im Textfeld werden die jeweilige Pinbezeichnung und entsprechende Schlüsselwörter eingetragen. Klicken Sie dazu in das Textfeld im Block, wählen Sie **Neu/edit...** und geben Sie den Text ein. Am Anfang werden die GPIO-Pins 8 und 12 mit **config8out** und **config12out** als Ausgänge definiert. Jeder GPIO-Pin kann entweder Ausgang oder Eingang sein.



Eine **wiederhole fortlaufend**-Schleife sorgt dafür, dass die beiden LEDs endlos blinken, und zwar so lange, bis der Benutzer auf das rote Stopp-symbol oben rechts in Scratch klickt. Alle Blöcke innerhalb der Schleife werden wiederholt.



Nachdem die rote LED an Pin 8 eingeschaltet und die grüne an Pin 12 ausgeschaltet wurden, wartet das Programm eine halbe Sekunde. Dazu bietet Scratch einen eigenen Block **warte ... Sek.** an.

Danach werden auf die gleiche Weise die grüne LED an Pin 12 eingeschaltet und die rote an Pin 8 ausgeschaltet. Nach einer weiteren halben Sekunde wiederholt sich der Zyklus von vorne.



## Programm speichern

Vergessen Sie nicht, das fertige Programm mit dem Diskettensymbol oben links zu speichern, um es später wieder verwenden zu können.

Sollen die LEDs schneller blinken, verkürzen Sie die Zeiten in den beiden **warte...Sek**-Blöcken innerhalb der Schleife. Sollen sie langsamer blinken, verlängern Sie die Wartezeiten. Scratch verwendet wie viele amerikanische Programme den Punkt statt wie im Deutschen üblich das Komma. Eine halbe Sekunde Wartezeit schreibt man also 0.5 und nicht 0,5.

## WICHTIGER HINWEIS:

Das war's schon? Nein, unter [conrad.de/technik-eier](http://conrad.de/technik-eier) finden Sie nicht nur alle verwendeten Programme, sondern auch die komplette Anleitung mit vielen weiteren spannenden Raspberry-Pi-Versuchen.

Alle vorgestellten Schaltungen und Programme wurden mit der größtmöglichen Sorgfalt entwickelt, geprüft und getestet. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag und Autor haften in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit nach den gesetzlichen Bestimmungen. Im Übrigen haften Verlag und Autor nur nach dem Produkthaftungsgesetz wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht ein Fall der zwingenden Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben ist.

### Achtung! Augenschutz und LEDs:

Blicken Sie nicht aus geringer Entfernung direkt in eine LED, denn ein direkter Blick kann Netzhautschäden verursachen! Dies gilt besonders für helle LEDs im klaren Gehäuse sowie in besonderem Maße für Power-LEDs. Bei weißen, blauen, violetten und ultravioletten LEDs gibt die scheinbare Helligkeit einen falschen Eindruck von der tatsächlichen Gefahr für Ihre Augen. Besondere Vorsicht ist bei der Verwendung von Sammellinsen geboten. Betreiben Sie die LEDs so wie in der Anleitung vorgesehen, nicht aber mit größeren Strömen.

### Liebe Kunden!

Dieses Produkt wurde in Übereinstimmung mit den geltenden europäischen Richtlinien hergestellt und trägt daher das CE-Zeichen. Der bestimmungsgemäße Gebrauch ist in der beiliegenden Anleitung beschrieben.

Bei jeder anderen Nutzung oder Veränderung des Produktes sind allein Sie für die Einhaltung der geltenden Regeln verantwortlich. Bauen Sie die Schaltungen deshalb genau so auf, wie es in der Anleitung beschrieben wird. Das Produkt darf nur zusammen mit dieser Anleitung weitergegeben werden.

Das Symbol der durchkreuzten Mülltonne bedeutet, dass dieses Produkt getrennt vom Hausmüll als Elektroschrott dem Recycling zugeführt werden muss. Wo Sie die nächste kostenlose Annahmestelle finden, sagt Ihnen Ihre kommunale Verwaltung.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.