



Andrew
Robinson

Mike
Cook



Spannende Projekte mit dem **Raspberry Pi**[®]

470 Seiten Raspberry-Pi-Praxis



Mit Beiträgen
von

Jonathan
Evans

Sean
McManus

Den Raspberry Pi zum Laufen bringen

von Dr. Andrew Robinson

Dieses Kapitel behandelt folgende Themen

- Die Aufgaben des Betriebssystems
- Installation des Betriebssystems auf einer SD-Karte
- Anschließen des Raspberry Pi
- Der Startvorgang
- Fehlerbehebung: Falls Ihr Raspberry Pi nicht startet

Dieses Kapitel ist ein Leitfaden für Einsteiger, der Sie durch die ersten Schritte bei der Einrichtung eines Raspberry Pi führt. Es beginnt mit dem Auspacken des Geräts und endet mit der gewünschten Anzeige auf dem Bildschirm. Auch wenn Sie Ihren Raspberry Pi bereits erfolgreich eingerichtet haben, sollten Sie das Kapitel zumindest überfliegen, denn Sie erfahren hier nicht nur, wie ein 21-jähriger Student die Welt verändert hat, sondern lernen auch die Funktionsweise des Betriebssystems Ihres Raspberry Pi kennen. Nach diesem Kapitel geht der Spaß beim Erstellen neuer Projekte erst richtig los!

1.1 Das Betriebssystem

Der Raspberry Pi verwendet als Betriebssystem weder Microsoft Windows noch Apples OS X, sondern Linux. Das *Betriebssystem* ist ein Programm, das es dem Benutzer erleichtert, die zugrunde liegende Hardware zu verwenden. Obwohl der Prozessor (der Chip in der Mitte des Raspberry Pi) eigentlich immer nur eine einzige Aufgabe erledigen kann, erweckt das Betriebssystem den Eindruck, dass viele Dinge gleichzeitig geschehen, indem es blitzschnell zwischen den verschiedenen Aufgaben hin- und herschaltet. Darüber hinaus steuert das Betriebssystem die Hardware und sorgt dafür, dass der Raspberry Pi mit dem Netzwerk oder einer SD-Karte kommunizieren kann.

Linux

Einen Teil seines Erfolges verdankt der Raspberry Pi der begeisterten Nutzergemeinschaft, die ihn unterstützt. Linux ist ein Beleg dafür, was sich durch die weltweite Unterstützung Freiwilliger erreichen lässt.

Im Jahre 1991 begann Linus Torvalds als 21-jähriger Student an der Universität Helsinki einfach nur aus Spaß an der Freude mit der Arbeit an einem Betriebssystem. Ein Jahr später war sein Hobby-Betriebssystem für 80386-PCs unter der Bezeichnung *Linux* online verfügbar. Dadurch war es Freiwilligen weltweit möglich, Beiträge zur Weiterentwicklung zu leisten, Bugs zu finden und zu beseitigen und die Arbeit anderer Freiwilliger wiederzuverwenden oder an eigene Projekte anzupassen. Wenn Sie die Projekte dieses Buches nachvollzogen und Ihre Computerkenntnisse erweitert haben, warum sollte dann nicht eines Ihrer Projekte zu einem ähnlichen Erfolg werden wie dasjenige von Linus Torvalds?

Linux erfreute sich zunehmender Beliebtheit, und neben der Anwendung als normales PC-Betriebssystem wird es heute auch bei einem Großteil der Webserver, für Android-Geräte und in den meisten Supercomputern eingesetzt. Für Sie ist es an dieser Stelle von Bedeutung, dass es auch auf dem Raspberry Pi Anwendung findet.

Linux-Distributionen

Da Linux öffentlich verfügbar ist, haben verschiedene Unternehmen und Einrichtungen gewisse Änderungen daran vorgenommen und geben diese modifizierten Versionen ihrerseits weiter. Das hat zu einer Reihe unterschiedlicher Linux-Distributionen wie Red Hat, Fedora, Debian, Arch, Ubuntu und openSUSE geführt. Einige Unternehmen verkaufen ihre Versionen und/oder bieten kostenpflichtigen Support dafür an, während andere Distributionen völlig kostenlos zu haben sind. *Raspbian* beruht auf einer Debian-Distribution mit einigen speziellen Anpassungen für den Raspberry Pi und ist Gegenstand dieses Buches.

Linux ist das auf dem Raspberry Pi am häufigsten eingesetzte Betriebssystem. Der weitreichende Einsatz von Linux (denken Sie nur an die mehr als 2 Millionen Raspberry Pis, Android-Telefone und Webserver) zeigt in beeindruckender Weise, was aus einer wirklich guten Idee werden kann. Wer weiß, ob Ihnen bei der Beschäftigung mit dem Raspberry Pi nicht eine ähnlich gute Idee kommt, deren Auswirkungen diejenigen der Ideen von Linus Torvalds oder der Raspberry Pi Foundation erreichen oder sogar übertreffen? Also nichts wie ran!

1.1.1 Das Betriebssystem auf eine SD-Karte schreiben

Ohne Betriebssystem weiß der Raspberry Pi überhaupt nichts mit seiner Hardware anzufangen. Nach dem Einschalten sucht er daher auf einer eingesteckten SD-Karte nach einem Betriebssystem. Sie müssen Ihrem Raspberry Pi also eine SD-Karte mit Betriebssystem bereitstellen.

Sie können entweder eine SD-Karte erwerben, auf der bereits ein Betriebssystem installiert ist, oder mit Ihrem Rechner ein Betriebssystem auf Ihre eigene SD-Karte schreiben. Diese vorbereiteten SD-Karten sind zwar besonders einfach einsetzbar, aber meist auch etwas teurer als normale SD-Karten. Eine solche SD-Karte selbst zu erstellen ist nicht weiter schwierig und erfordert nur minimal mehr Aufwand als ein reiner Kopiervorgang.

Vorbereitete SD-Karten

Startfähige SD-Karten sind Bestandteil von Einsteiger-Kits oder separat bei Elektronikhändlern wie Reichelt, Conrad oder Völkner erhältlich. Für den Anfang ist eine für rund 5 Euro

erhältliche 4-GB-Karte ausreichend, aber sparen Sie nicht an der falschen Stelle. 8-GB-Karten sind auch schon für weniger als 10 Euro erhältlich.

Dateisysteme

Massenspeicher für Computer wie SD-Karten, USB-Sticks oder SSD-Festplatten bestehen im Wesentlichen aus Millionen einzelner Speichersegmente, in denen kleinere Datenmengen in einer Art Gitter abgelegt werden. Die einzelnen Speicherelemente, die man als *Blöcke* bezeichnet, werden mittels eines Koordinatensystems angesprochen. Stellen Sie sich ein Blatt kariertes Papier in der Größe eines Fußballfelds vor, das in verschiedene Bereiche (die einzelnen Speicherblöcke) aufgeteilt ist. Das Betriebssystem verwendet diese Blöcke, um ein *Dateisystem* bereitzustellen. Es kümmert sich darum, wie die Daten in diesem riesigen Speicher abgelegt werden. Wenn der Benutzer einen Dateinamen eingibt, sorgt das Betriebssystem dafür, dass alle Datenblöcke dieser Datei in der richtigen Reihenfolge eingelesen und zusammengesetzt werden. Da es verschiedene Möglichkeiten gibt, diese Speicherblöcke zu organisieren, speichern unterschiedliche Dateisysteme ein und dieselbe Datei daher auch in jeweils eigenen Formaten ab.

Normalerweise verwendet Microsoft Windows das Dateisystem FAT (*File Allocation Table*, Dateibelegungstabelle) oder NTFS (*New Technology File System*, Dateisystem neuer Technologie), OS X nutzt HFS+ (*Hierarchical File System Plus*, Hierarchisches Dateisystem Plus) und Linux setzt ext (*Extended File System*, Erweitertes Dateisystem) ein. Die meisten leeren SD-Karten sind ab Werk mit dem Dateisystem FAT formatiert. Da auf dem Raspberry Pi Linux läuft, wird als Dateisystem ebenfalls ext verwendet, das dementsprechend eingerichtet und mit Dateien befüllt werden muss.

Images

Beim Herunterladen des Betriebssystems für den Raspberry Pi ist oft von einem *Image* die Rede, was eine etwas irreführende Bezeichnung ist. Gemeint ist ein Abbild des zugrunde liegenden Speichermediums. (Stellen Sie sich statt der ganzen einzelnen Dateien eine Luftaufnahme des gesamten Fußballfelds vor, auf der sogar die leeren Speicherblöcke sichtbar sind! Wenn Sie die auf der Luftaufnahme erkennbaren Speicherblöcke auf einem anderen Fußballplatz exakt nachstellen, ergibt sich damit eine exakte Kopie sämtlicher Dateien des Originals.)

Nun lässt sich ein solches Image (zum Herunterladen) leicht als eine einzelne Datei innerhalb eines anderen Dateisystems speichern, die in dieser Form aber nicht zum Ausführen auf dem Raspberry Pi geeignet ist. Wenn Sie einfach nur eine Imagedatei auf eine FAT-formatierte SD-Karte kopieren, wird der Raspberry Pi nicht funktionieren. Sie müssen vielmehr Ihr Betriebssystem anweisen, die Daten blockweise auf die SD-Karte zu übertragen, damit die einzelnen Blöcke Ihrer Karte genau den Blöcken auf der Karte des Originals entsprechen. Auf diese Weise »sieht« Linux auf der Karte ein Dateisystem, das exakt mit dem Dateisystem auf der Karte des Originals übereinstimmt.

Kurz: Images bieten eine einfache Möglichkeit, ein vollständiges Dateisystem, inklusive aller Dateien, Zugriffsrechte, Eigenschaften und so weiter, zu klonen.

Vorbereiten einer SD-Karte

Es gibt zwei Methoden, um eine startfähige SD-Karte für den Raspberry Pi einzurichten: Verwenden Sie NOOBS oder übertragen Sie selbst ein Image auf die Karte.

NOOBS verwenden

NOOBS steht für *New Out Of Box Software* (etwa: Neue Software, die sofort einsatzbereit ist; außerdem ein Wortspiel mit dem englischen *noobs*, was »Anfänger« oder »Neulinge« bedeutet) und dient zur Automatisierung des Übertragens von SD-Kartenimages für den Raspberry Pi. NOOBS startet Ihren Raspberry Pi von einer FAT-formatierten SD-Karte, partitioniert sie neu und kloniert ein startfähiges Dateisystem darauf. Mehr als das Herunterladen (<http://www.raspberrypi.org/downloads>) und Entpacken von NOOBS sowie das Formatieren einer SD-Karte auf Ihrem Desktop-PC ist hierfür nicht erforderlich. Einige Betriebssysteme formatieren die Karten allerdings nicht ganz korrekt, daher kann es nötig sein, ein weiteres Programm zur Formatierung der Karte herunterzuladen. NOOBS ist wirklich einfach, funktioniert jedoch nicht in allen Fällen und ist unter manchen Umständen langsamer. Wie dem auch sei, die nachstehend beschriebene selbst gemachte Lösung ist ohnehin zufriedenstellender.

Image übertragen

Sie benötigen eine SD-Karte mit mehr als 2 GB Speicherplatz. Eine 4-GB-Karte ist also bestens geeignet.

Besuchen Sie <http://www.raspberrypi.org/downloads> und folgen Sie dem Link zum Herunterladen der neuesten Raspbian-Version. Halten Sie nach einem Dateinamen Ausschau, der das Wort *raspbian* sowie ein Datum enthält und auf *.zip* endet. Notieren Sie sich außerdem die SHA-1-Prüfsumme. Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung werden regelmäßig neue Versionen veröffentlicht, daher wird die tatsächliche Bezeichnung von der in der nachfolgenden Anleitung verwendeten abweichen. Möglicherweise stimmt auch der Pfad zum Speicherort, an den Sie die Datei herunterladen, nicht exakt überein. Verwenden Sie also bitte die entsprechenden eigenen Werte. Auf der Seite zum Herunterladen finden Sie Links zu anderen Distributionen und Betriebssystemen, die Sie sich später ansehen können. Fürs Erste ist es das Beste, bei Raspbian zu bleiben, denn es ist zuverlässig, bringt eine für Einsteiger gut geeignete Sammlung an Programmen mit und die Beispiele im Buch beziehen sich ebenfalls darauf.

Prüfsummen

Eine *Prüfsumme* stellt eine einfache Möglichkeit zur Überprüfung der Datenintegrität dar. Sie können damit feststellen, ob Daten beschädigt oder verändert worden sind. Dabei handelt es sich um eine durch ein spezielles mathematisches Verfahren ermittelte Summe, die der Datenanbieter bereitstellt. Wenn Sie die Daten erhalten, können Sie dasselbe Verfahren zur Ermittlung dieser Summe anwenden. Stimmen die Resultate überein, können Sie sich so gut wie sicher sein, dass die Daten intakt sind, ohne diese Bit für Bit vergleichen zu müssen. Prüfsummen sind im Computerwesen weitverbreitet.

Beispiele hierfür sind die Kommunikation im Netzwerk, die Verarbeitung von Kreditkartendaten oder auch Barcodes. Unfehlbar sind Prüfsummen nicht, aber Sie dürfen sich schon ziemlich sicher sein, dass die Daten in Ordnung sind, wenn die Prüfsumme stimmt.

Vorbereiten einer SD-Karte unter Windows

Unter Windows ist es nicht ganz einfach, Prüfsummen zu testen, daher wird im Folgenden vorausgesetzt, dass die heruntergeladene Imagedatei unversehrt ist. Folgen Sie nach dem Herunterladen der Datei den nachstehenden Schritten, um die Datei zu entpacken und auf die SD-Karte zu übertragen.

1. Dekomprimieren Sie die heruntergeladene Datei `2013-07-26-wheezy-raspbian.zip`.
2. Stecken Sie eine SD-Karte ein und notieren Sie sich den zugehörigen Laufwerksbuchstaben (wie zum Beispiel E:). Vergewissern Sie sich, dass die Karte keine noch benötigten Daten enthält, denn sie wird vollständig überschrieben.
3. Besuchen Sie die Website <https://launchpad.net/win32-image-writer> und laden Sie sich im Downloadbereich (auf der rechten Seite) die ausführbare Version des Programms `Win32DiskImager.exe` herunter und entpacken Sie es.
4. Starten Sie `Win32DiskImager.exe` als Administrator. Je nach Konfiguration Ihres Systems müssen Sie auf das Programmsymbol doppelklicken oder es mit gedrückter Umschalttaste mit der rechten Maustaste anklicken und `STARTEN ALS` auswählen.
5. Wählen Sie im `WIN32 DISK IMAGER`-Fenster die Datei `2013-07-26-wheezy-raspbian.img` aus.
6. Wählen Sie im Einblendmenü der Geräte auf der rechten Seite den Laufwerksbuchstaben aus, den Sie in Schritt 2 notiert haben (siehe Abbildung 1.1).
7. Klicken Sie auf `WRITE` (Schreiben) und warten Sie, bis der Vorgang abgeschlossen ist. (Das kann 15 bis 30 Minuten dauern, haben Sie also ein wenig Geduld.)
8. Beenden Sie `Win32DiskImager` und werfen Sie die SD-Karte aus, die nun das Betriebssystem enthalten sollte.

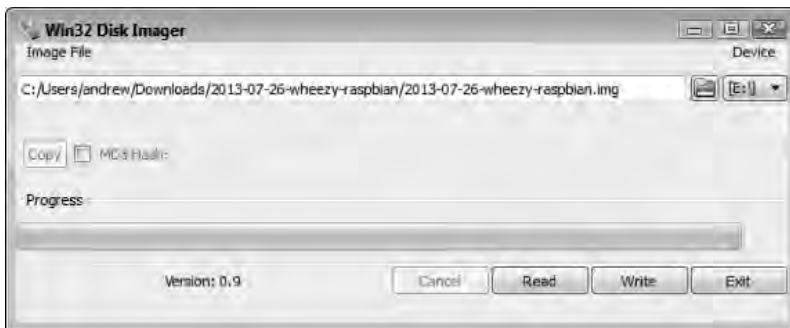


Abb. 1.1: Das Fenster des Win32DiskImagers

Vorbereiten einer SD-Karte mit Linux

Am einfachsten ist das Schreiben einer SD-Karte unter Linux auf der Kommandozeile, wie Sie den folgenden Schritten entnehmen können.

Linux-Zugriffsrechte und sudo

Linux beschränkt bestimmte Aktionen, die Daten anderer Benutzer gefährden könnten. Daher funktionieren gewisse Befehle nur, wenn Sie die erforderlichen Zugriffsrechte besitzen. Bei einigen Distributionen müssen Sie sich als Benutzer *root* (so lautet die Bezeichnung des Administratorbenutzerkontos) anmelden, um Kommandos mit erweiterten Zugriffsrechten auszuführen. In anderen Distributionen ist es ausgewählten Benutzern gestattet, einem solchen Kommando den Befehl *sudo* voranzustellen. In der Anleitung wird vorausgesetzt, dass mit Ihrem Benutzerkonto die Verwendung von *sudo* erlaubt ist. Geben Sie anderenfalls im Terminal das Kommando *su* ein, um zum *root*-Benutzer zu werden.

1. Öffnen Sie ein Terminalfenster und wechseln Sie mittels *cd* in das Verzeichnis, das die heruntergeladene Datei enthält (z. B. *cd Downloads*).
2. Entpacken Sie die heruntergeladene Datei durch Eingabe von *unzip*, gefolgt von einem Leerzeichen und dem Dateinamen (beispielsweise *unzip 2013-07-26-wheezy-raspbian*).
3. Geben Sie *ls *.img* ein, um sich eine Liste der Imagedateien im aktuellen Arbeitsverzeichnis anzeigen zu lassen, und vergewissern Sie sich, dass die soeben entpackte Datei dabei ist.
4. Berechnen Sie nun die Prüfsumme der heruntergeladenen Datei, um sicherzugehen, dass sie nicht beschädigt ist oder manipuliert wurde:

```
sha1sum 2013-07-26-wheezy-raspbian.zip
```

Vergewissern Sie sich, dass die Prüfsumme mit der auf <http://www.raspberrypi.org/downloads> angegebenen übereinstimmt. Es ist zwar unwahrscheinlich, dass sie voneinander abweichen, aber falls doch, laden Sie die Datei erneut herunter und entpacken Sie sie ein zweites Mal.
5. Stecken Sie eine SD-Karte ein. Vergewissern Sie sich, dass sie keine wichtigen Daten enthält, denn sie wird vollständig überschrieben.
6. Geben Sie *dmesg* ein und suchen Sie nach dem Gerätenamen, den Linux für die gerade eingesteckte Karte verwendet. Normalerweise lautet die Bezeichnung *sdd*, *sde*, *sdf* oder ähnlich. Möglicherweise benutzt Linux stattdessen auch einen Namen der Form *mmcblk0*. Verwenden Sie in den weiteren Schritten stets diese Bezeichnung, wenn *sdX* vorkommt.
7. Falls Linux die SD-Karte automatisch ins Dateisystem eingehängt hat, müssen Sie sie durch Eingabe von *sudo umount /dev/sdX* wieder aushängen.
8. Überprüfen Sie, ob Sie wirklich den korrekten Gerätenamen gefunden haben, indem Sie *sudo fdisk -l /dev/sdX* eingeben und vergleichen Sie die angezeigte Größe mit derjenigen der eingesteckten Karte.
9. Wenn Sie absolut sicher sind, dass die Gerätebezeichnung stimmt, müssen Sie in der folgenden Befehlszeile, die das Image auf die Karte schreibt, *sdX* durch den in Schritt 6 ermittelten Namen ersetzen:

```
dd if=2013-07-26-wheezy-raspbian.img of=/dev/sdX
```

(Der Vorgang dauert ca. 15 bis 30 Minuten, die Sie sich gedulden müssen.)

10. Geben Sie `sudo sync` ein, bevor Sie die SD-Karte entnehmen, um sicherzustellen, dass sich keine Daten mehr im Pufferspeicher befinden und wirklich alles auf die Karte geschrieben wurde.

Vorbereiten einer SD-Karte mit OS X

Auch bei Verwendung von OS X ist das Schreiben einer SD-Karte auf der Kommandozeile am einfachsten.

Zwar lassen sich auf einem Macintosh viele Operationen mittels Drag&Drop bewerkstelligen, es gibt jedoch auch die Möglichkeit, hinter die Kulissen zu gelangen, um weniger alltägliche Aktionen auszuführen. Der Schlüssel dazu ist das Programm *Terminal*, das sich im Ordner DIENSTPROGRAMME innerhalb des Ordners PROGRAMME befindet. Besonders schnell lässt es sich öffnen, wenn Sie die Befehlstaste und die Leertaste drücken, um eine Spotlight-Suche zu starten. Geben Sie `terminal` ein und betätigen Sie die Eingabetaste, um das Programm zu starten.

Folgen Sie den folgenden Schritten, um eine SD-Karte zu schreiben:

1. Öffnen Sie ein Terminalfenster.
2. Wechseln Sie mittels des Befehls `cd` in das Verzeichnis, das die heruntergeladene Datei enthält. Geben Sie einfach `cd` gefolgt von einem Leerzeichen ein und ziehen Sie den Ordner, der die Datei enthält, vom Finder ins Terminalfenster. Das Kommando wird dadurch um den Pfad dieses Ordners ergänzt. Sie müssen nur noch die Eingabetaste betätigen, um den Befehl auszuführen.
3. Entpacken Sie die heruntergeladene Datei durch Eingabe von `unzip`, gefolgt von einem Leerzeichen und dem Dateinamen, also beispielsweise `unzip 2013-07-26-wheezy-raspbian.zip`.

Während die Dekomprimierung läuft, erscheint keine Fortschrittsanzeige und man könnte auf den Gedanken kommen, dass der Computer sich aufgehängt hat. Aber keine Sorge, es kann schon eine Minute oder zwei dauern, bis sämtliche Dateien entpackt sind.

4. Geben Sie `ls *.img` ein, um sich eine Liste der Imagedateien im aktuellen Arbeitsverzeichnis anzeigen zu lassen, und vergewissern Sie sich, dass die soeben entpackte Datei dabei ist.
5. Um zu überprüfen, ob die Datei in Ordnung ist, sollten Sie die Prüfsumme der Datei berechnen und vergleichen. Notfalls kann dieser Schritt übersprungen werden, eine korrekte Prüfsumme gewährleistet jedoch, dass die Datei weder beschädigt noch verändert worden ist. Geben Sie dazu

```
shasum 2013-07-26-wheezy-raspbian.zip
```

ein und vergleichen Sie das Resultat mit dem auf <http://www.raspberrypi.org/downloads> angegebenen Wert. Laden Sie die Datei erneut herunter, falls die beiden Prüfsummen voneinander abweichen.
6. Geben Sie nun zur Anzeige einer Liste der Laufwerke `diskutil list` ein.
7. Stecken Sie eine SD-Karte ein und vergewissern Sie sich, dass sich keine wichtigen Daten darauf befinden, denn sie wird komplett überschrieben.

8. Führen Sie den Befehl `diskutil list` erneut aus und notieren Sie sich den neu erschienenen Bezeichner (z. B. `/dev/disk1`). Die Einträge, deren Bezeichnungen (Spalte IDENTIFIER) mit einem »s« gefolgt von einer Zahl enden, können Sie ignorieren. Verwenden Sie in den weiteren Schritten stets diesen Bezeichner statt `diskX`.
9. Geben Sie `sudo ummountdisk /dev/diskX` ein.
10. Der Befehl zum Schreiben lautet `sudo dd bs=1m if=2013-07-26.Wheezy-raspbian.img of=/dev/diskX`. Der Vorgang kann 15 bis 60 Minuten in Anspruch nehmen, haben Sie Geduld. (Alternativ können Sie statt `/dev/diskX` auch `/dev/rdiskX` verwenden – beachten Sie hier das zusätzliche »r« –, wodurch der Schreibvorgang deutlich beschleunigt wird.)
11. Geben Sie `sudo diskutil eject /dev/diskX` ein, bevor Sie die Karte entnehmen.

1.2 Den Raspberry Pi anschließen

Nachdem Sie nun ein Betriebssystem für Ihren Raspberry Pi installiert haben, ist es an der Zeit, ihn anzuschließen.

Entnehmen Sie den Raspberry Pi seiner Verpackung und legen Sie ihn wie in Abbildung 1.2 so auf einer nicht-leitenden Oberfläche ab, dass der Schriftzug »Raspberry Pi« richtig herum lesbar ist. Auf diese Weise können Sie den Anleitungen leichter folgen.

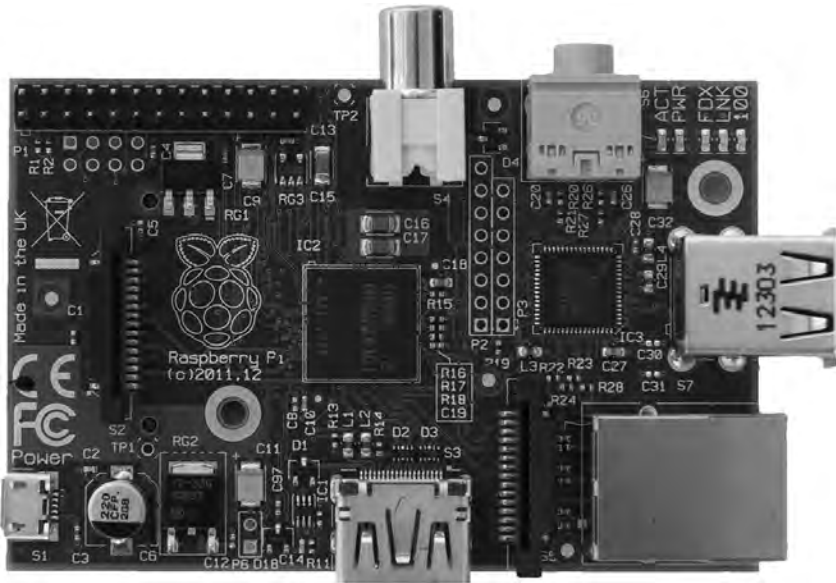


Abb. 1.2: Der Raspberry Pi ist etwa so groß wie eine Kreditkarte und ein kleines Wunder der Ingenieurskunst.

Schließen Sie nun eine USB-Tastatur an einem der beiden USB-Anschlüsse an (siehe Abbildung 1.3).

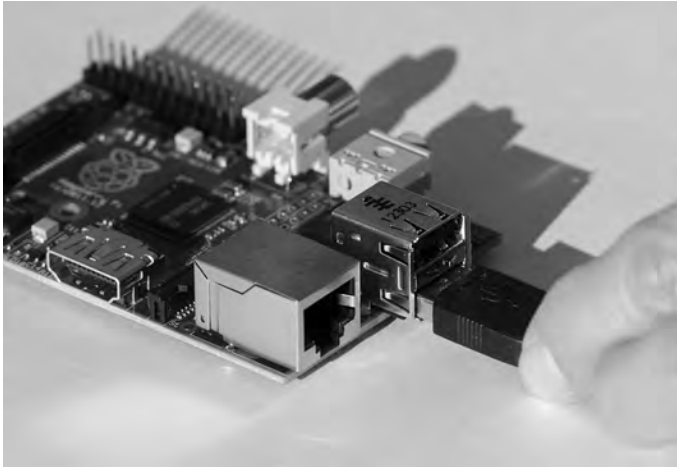


Abb. 1.3: Anschluss einer USB-Tastatur

Hinweis

Ältere PS/2-Tastaturen funktionieren am Raspberry Pi nicht. Gegebenenfalls müssen Sie sich eine USB-Tastatur kaufen (oder ausleihen). Eine solche Tastatur ist aber sehr preiswert.

Schließen Sie nun wie in Abbildung 1.4 neben der Tastatur auch eine Maus an.

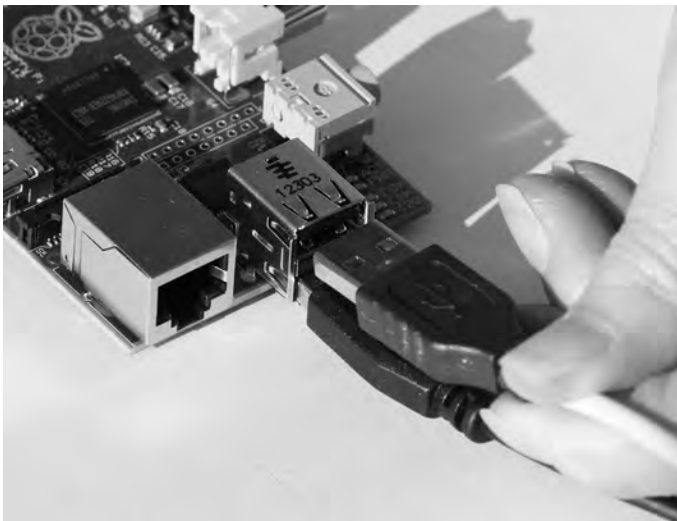


Abb. 1.4: Anschluss einer USB-Maus

1.2.1 Anschluss eines Bildschirms

Der Raspberry Pi kann direkt an einen Bildschirm mit HDMI- oder Composite-Eingang angeschlossen werden. Über einen Adapter ist auch der Anschluss von DVI- oder VGA-Displays möglich. Aufgrund der erheblich besseren Bildqualität ist es allerdings ratsam, einen HDMI- oder DVI-Bildschirm zu verwenden.

Überprüfen Sie also zunächst, welche Anschlüsse Ihr Bildschirm besitzt.

Anschluss via HDMI

Wenn Ihr Display einen HDMI-Anschluss (*High Definition Multimedia Interface*, hochauflösende Multimediachnittstelle) besitzt, benötigen Sie ein HDMI-auf-HDMI-Kabel. Dieser Videoanschluss ist als einziger in der Lage, auch Audiosignale vom Raspberry Pi an den Bildschirm zu übertragen. Die HDMI-Buchse befindet sich am unteren Rand der Platine (siehe Abbildung 1.5).

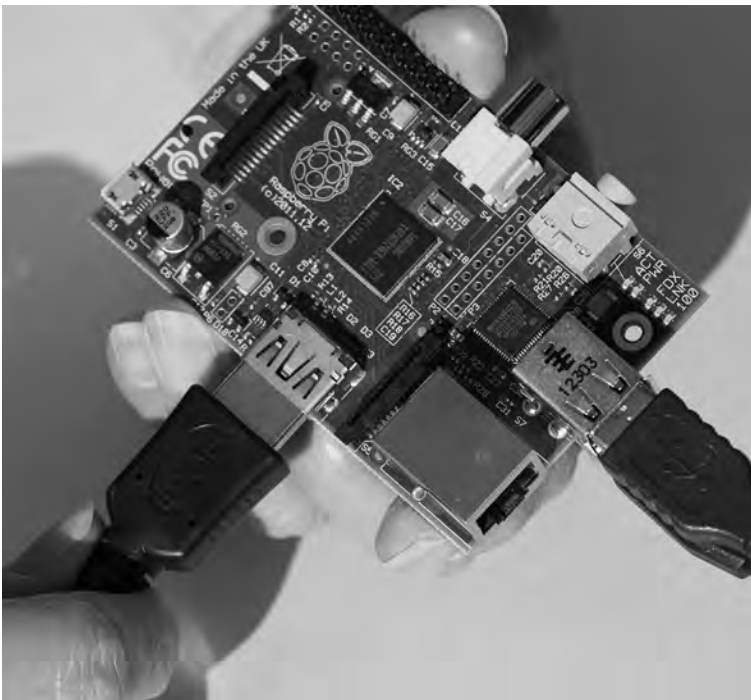


Abb. 1.5: Der HDMI-Anschluss des Raspberry Pi

Anschluss via DVI

Falls Ihr Display über einen DVI-Eingang (*Digital Visual Interface*, digitale visuelle Schnittstelle) verfügt, ist ein Adapter erforderlich (siehe Abbildung 1.6). HDMI und DVI verwenden fast dieselben elektrischen Signale, der Adapter ist daher *passiv*; das heißt, er enthält

keinerlei Elektronik, sondern besteht nur aus zwei Anschlüssen mit passender Verkabelung. Solche Adapter sind für ca. 5 Euro im Fachhandel erhältlich.

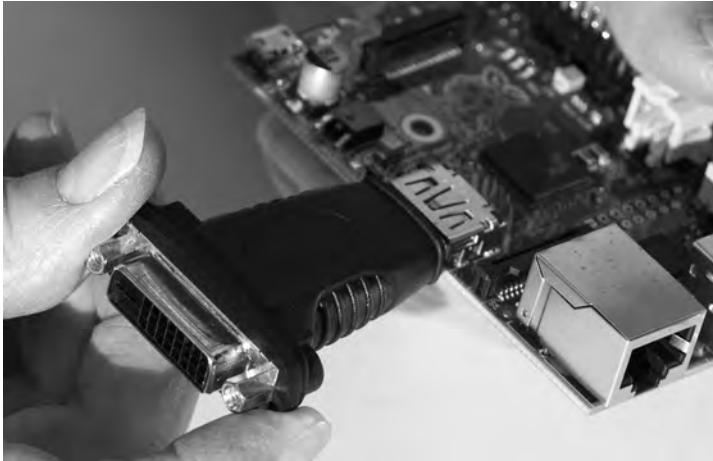


Abb. 1.6: HDMI-auf-DVI-Adapter

Anschluss via VGA

Sowohl HDMI als auch DVI verwenden *digitale* Signale und finden sich nur bei neueren Displays. Ältere Monitore mit VGA-Anschluss (*Video Graphics Array*, ein analoger Bildübertragungsstandard) hingegen verwenden analoge Signale. Aus diesem Grund ist eine elektronische Schaltung erforderlich, um die Signale zu konvertieren. HDMI-auf-VGA-Adapter sind für ca. 20 Euro verfügbar. Das Gerät namens »Pi-View« in Abbildung 1.7 ist speziell für den Raspberry Pi ausgelegt und bei Element14 erhältlich.

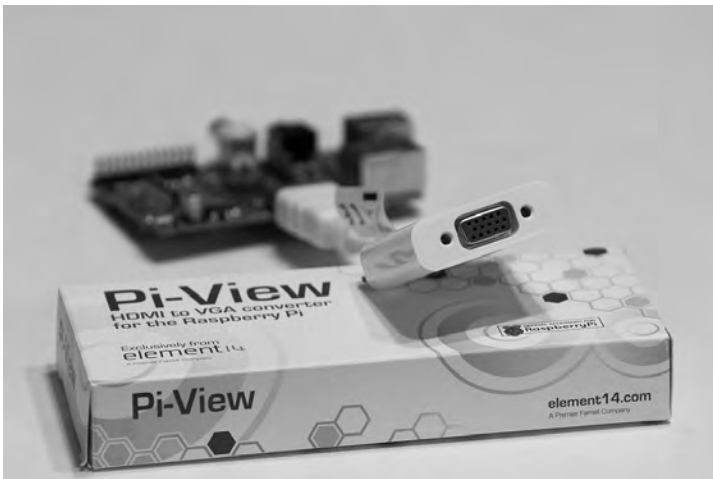


Abb. 1.7: Der HDMI-auf-VGA-Adapter »Pi-View«

Analog- und Digitalsignale

Computer verwenden intern digitale Signale, bei denen es lediglich darauf ankommt, ob sie sich im Zustand »Ein« oder »Aus« befinden. Die Spannungsdifferenz zwischen diesen beiden Zuständen beträgt für gewöhnlich einige Volt. Daten werden als eine Folge dieser Spannungszustände kodiert, die oft als Einsen und Nullen bezeichnet werden. Durch elektromagnetische Interferenzen verursachte kleine Spannungsschwankungen sind in der Regel nicht ausreichend, um die Bedeutung eines Spannungszustands zu ändern.

Analoge Signale finden in modernen Computern fast nur noch beim Anschluss externer Geräte Verwendung, wie z. B. Monitore oder Lautsprecher. Bei analogen Signalen werden die Daten typischerweise in Form eines zusammenhängenden Spannungsbereichs dargestellt. Eine kleine Spannungsschwankung bewirkt daher, dass ein anderer Wert erkannt wird. Das bedeutet, dass Interferenzen die Daten verändern können.

Ein VGA-Monitor stellt unterschiedliche Spannungswerte als verschiedene Farben dar. Jegliche Interferenz hat somit einen Einfluss auf die Darstellung auf dem Bildschirm, die dadurch beeinträchtigt wird. Auf die digitalen HDMI-Signale haben kleine Interferenzen hingegen keine Auswirkung. Bei hinreichend starken Interferenzen allerdings wird das Signal insgesamt gestört und es wird gar kein Bild übertragen.

Anschluss via Composite-Video-Anschluss

Wenn Ihr Bildschirm nur über einen Composite-Video-Anschluss verfügt, benötigen Sie ein Cinchkabel, wie es beispielsweise früher zum Anschluss von Plattenspielern an einen Verstärker benutzt wurde. Es wird wie in Abbildung 1.8 mit der gelben Buchse am oberen Rand des Raspberry Pi verbunden. Sie sollten sich jedoch darüber im Klaren sein, dass Composite-Video eine ziemlich alte Technologie ist und die Bildqualität meist zu wünschen übrig lässt.

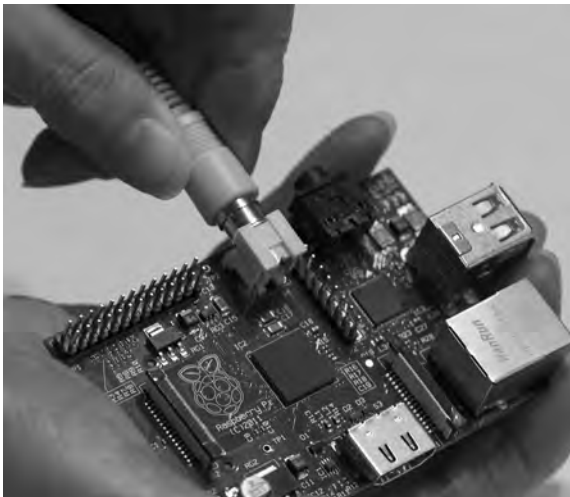


Abb. 1.8: Cinchbuchse des Composite-Video-Anschlusses

1.2.2 Anschluss ans Netzwerk

Der Raspberry Pi besitzt zur Verbindung mit dem Internet oder Ihrem Netzwerk einen Ethernet-Anschluss. Sie können also neue Software und Aktualisierungen herunterladen sowie im Internet surfen oder sogar Ihren eigenen Webserver betreiben!

Schließen Sie wie in Abbildung 1.9 an der rechten Seite der Platine ein Ethernet-Kabel an, wenn Sie ein Netzwerk verwenden möchten. Der Raspberry Pi nutzt zwar das Netzwerk zum Einstellen seiner Uhrzeit sowie zum Herunterladen neuer Software und Aktualisierungen, funktioniert aber auch ohne Netzwerkverbindung.

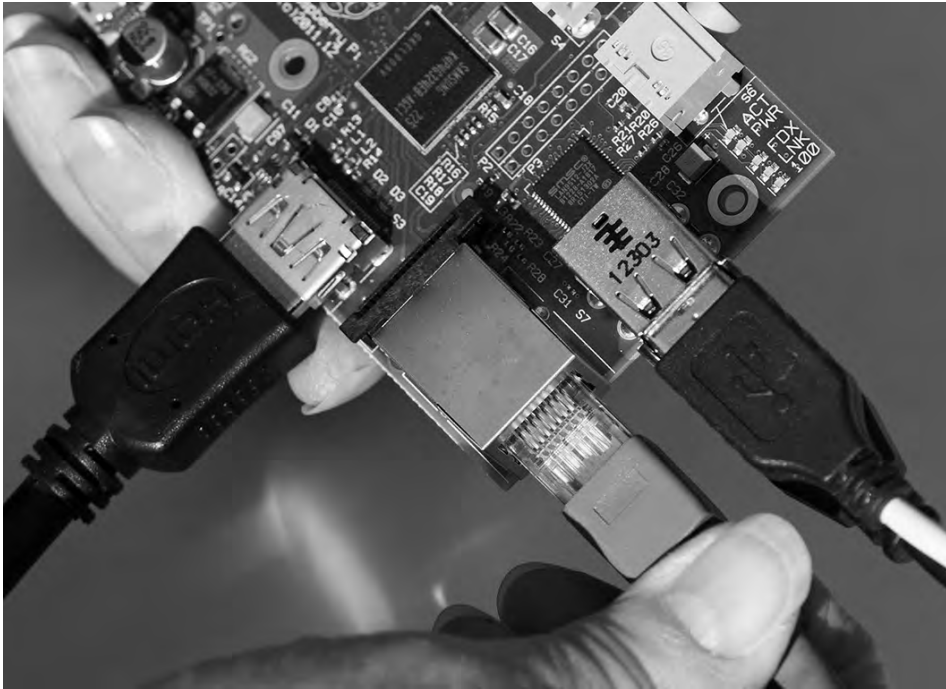


Abb. 1.9: Netzwerkanschluss

1.2.3 Start des Betriebssystems

Sie benötigen eine SD-Karte mit bereits installiertem Betriebssystem, die Sie vorgefertigt erwerben können. Oder Sie folgen der Anleitung am Anfang dieses Kapitels, um selbst eine solche Karte zu erstellen.

Schieben Sie die SD-Karte wie in Abbildung 1.10 behutsam in den dafür vorgesehenen Steckplatz an der unteren linken Seite. Achten Sie beim Ein- und Ausstecken der SD-Karte darauf, dass sie parallel zum Raspberry Pi ausgerichtet ist und nicht verkantet, um die Plastikhalterung nicht versehentlich zu zerbrechen (siehe Abbildung 1.11).

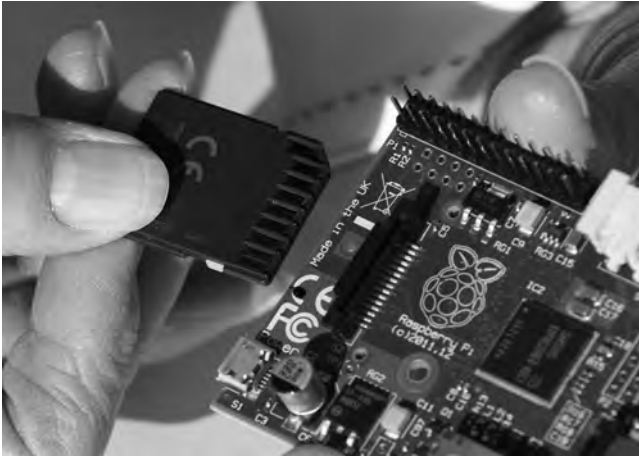


Abb. 1.10: Vorsichtiges Einstecken der SD-Karte



Abb. 1.11: Achten Sie beim Einstecken der SD-Karte darauf, dass sie nicht verkantet, damit der Kunststoffrahmen, der die Karte hält, nicht beschädigt wird.

1.2.4 Einschalten!

Vorsicht

Gewöhnen Sie sich am besten an, vor dem Anschließen der Spannungsversorgung zu überprüfen, dass sich keine leitenden Gegenstände in Kontakt mit dem Raspberry Pi befinden, die möglicherweise einen Kurzschluss verursachen könnten. Schon ein kurzer Blick kann Sie davor bewahren, versehentlich Ihren Raspberry Pi zu beschädigen!

Schließen Sie die Spannungsversorgung wie in Abbildung 1.12 am Anschluss unten links an. In der Ecke oben rechts sollte nun eine rote LED mit der Bezeichnung *PWR* leuchten und eine weitere grüne LED mit der Kennung *ACT* anfangen zu blinken.

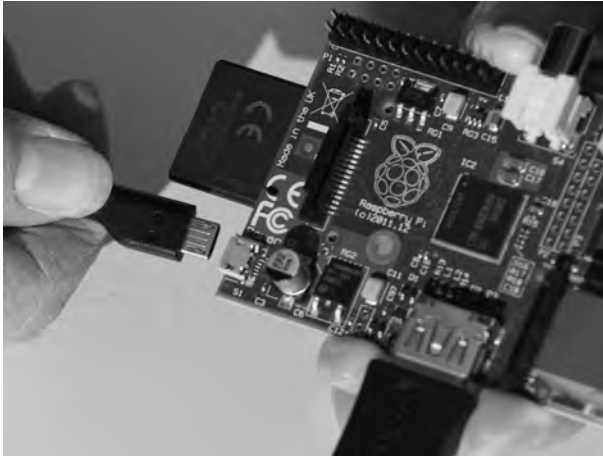


Abb. 1.12: Anschluss eines Micro-USB-Steckers zur Spannungsversorgung

Der Raspberry Pi benötigt ein Netzteil, das bei einer Spannung von 5 Volt 700 Milliampere (3,5 Watt) bereitstellen kann. Die meisten Handy-Netzteile vernünftiger Qualität funktionieren tadellos – bei vielen sind die Leistungskennzahlen auch angegeben, sodass Sie sie leicht überprüfen können. Falls Ihr Netzteil nicht genügend Leistung liefert, startet Ihr Raspberry Pi möglicherweise nicht oder hängt sich auf, wenn es zu etwas anspruchsvolleren Berechnungen kommt. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt 1.6, der in diesem Kapitel noch folgt.

1.3 Der Startvorgang

Wenn Sie alle Komponenten miteinander verbunden haben, eine korrekt vorbereitete SD-Karte eingesteckt ist und der Raspberry Pi mit Spannung versorgt wird, zeigt er kurz ein in verschiedenen Farben flackerndes Quadrat an, um die Grafik zu testen. Nach einigen Sekunden erscheint dann in der oberen linken Ecke des Bildschirms das Raspberry-Pi-Logo und es werden eine Menge Textzeilen ausgegeben.

Diese Textzeilen geben Auskunft über die Vorgänge, die das Betriebssystem beim Start durchführt. Sie finden hier beispielsweise Meldungen zu den verschiedenen Gerätetreibern, die geladen werden, wie etwa Tastatur-, Sound- und Netzwerktreiber. Nach dem Laden der Treiber führt das Betriebssystem gegebenenfalls Startprogramme aus und gibt schließlich die Login-Aufforderung aus.

Standardmäßig lautet der Benutzername `pi` und das Kennwort ist `raspberrypi`.

Geben Sie `pi` ein und drücken Sie .

Tippen Sie nun `raspberrypi` ein und drücken Sie erneut `[↵]`. Wundern Sie sich nicht, dass beim Eingeben auf dem Bildschirm nichts angezeigt wird, denn Linux unterdrückt die Ausgabe bei der Eingabe von Kennwörtern.

Ihnen sollte nun die Kommandozeile angezeigt werden, auf der Sie Befehle eingeben und Programme ausführen können. Im übernächsten Abschnitt werden Sie das Programm starten, das Ihnen eine grafische Benutzeroberfläche für den Raspberry Pi zur Verfügung stellt.

1.3.1 Sprache, Ländereinstellungen und Tastaturbelegung anpassen

Zur Anpassung von Tastaturbelegung, Ländereinstellungen (wie Uhrzeit- und Datumsformat) und der Sprache gibt es das Kommandozeilenprogramm `raspi-config`, das Sie durch Eingabe von

`sudo raspi-config`

und Drücken von `[↵]` starten können. Ihnen wird nun nach einigen Sekunden der in Abbildung 1.13 gezeigte englischsprachige Bildschirm präsentiert. Haben Sie Geduld, es kann wirklich 10 Sekunden oder länger dauern.

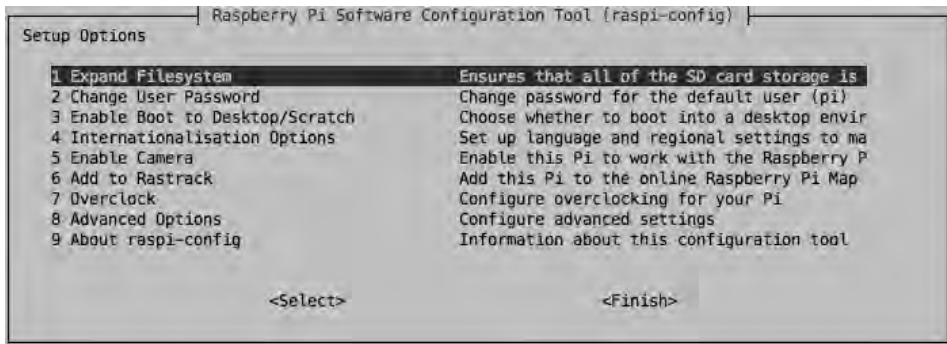


Abb. 1.13: `raspi-config` unmittelbar nach dem Start

Vorsicht

Das Programm `raspi-config` ermöglicht einige nicht ganz ungefährliche Einstellungen, wie beispielsweise die Übertaktung (*Overclock*) des Prozessors, die eine interne Hardware-Sicherung durchbrennen lassen und den Verlust des Gewährleistungsanspruchs zur Folge haben kann, selbst wenn Sie die Einstellung wieder zurücksetzen. Ändern Sie also andere als die beschriebenen Einstellungen besser nur, wenn Sie wirklich ganz genau wissen, was Sie tun.

Da die Maus zu diesem Zeitpunkt noch nicht funktioniert, müssen Sie die Pfeiltasten sowie die Leertaste, `[ESC]`, `[↵]` und `[↶]` verwenden, um das Programm zu bedienen. Verwenden Sie die Pfeiltasten, um `INTERNATIONALISATION OPTIONS` auszuwählen, und drücken Sie `[↵]`. Es erscheint der in Abbildung 1.14 gezeigte Bildschirm.

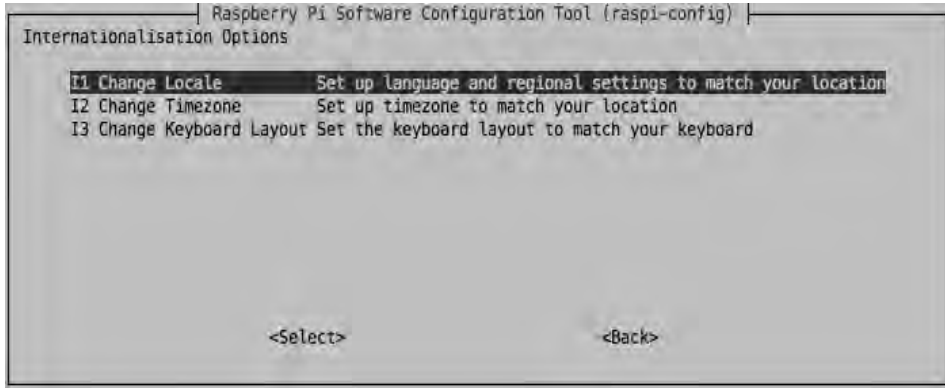


Abb. 1.14: Ländereinstellungen in `raspi-config`

Drücken Sie erneut , um Ihre Standorteinstellungen auszuwählen. Sie sollten aus der (sehr langen!) Liste, die Sie mittels der Pfeiltasten durchlaufen können, neben dem voreingestellten `en_GB.UTF-8 UTF-8` mindestens `de_DE.UTF-8 UTF-8` und `en_US.UTF-8 UTF-8` aktivieren, indem Sie die Leertaste betätigen. Die Auswahl wird dann durch ein Sternchen angezeigt (siehe Abbildung 1.15).

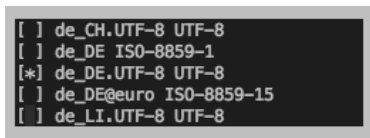


Abb. 1.15: Auswahl der Ländereinstellung

Drücken Sie dann , um OK auszuwählen, und , um Ihre Auswahl zu speichern. In gleicher Weise können Sie auch Uhrzeitformat, Zeitzone und Tastaturbelegung ändern.

Nach dem Start der grafischen Benutzeroberfläche (siehe nächster Abschnitt) können Sie das Programm jederzeit über das LXTerminal erneut öffnen.

1.4 Die grafische Benutzeroberfläche starten

Wenn Ihnen Windows oder OS X vertraut ist, sind Sie daran gewöhnt, dass automatisch eine freundliche grafische Benutzeroberfläche mit anklickbaren Programmsymbolen gestartet wird. Um zu zeigen, dass ein Computer gar nicht unbedingt eine grafische Benutzeroberfläche benötigt, wird sie auf dem Raspberry Pi auch nicht automatisch gestartet. Das können Sie mit dem eben vorgestellten Programm `raspi-config` aber ebenfalls ändern. Wählen Sie den Menüpunkt `ENABLE BOOT TO DESKTOP` aus und aktivieren Sie `DESKTOP LOG IN AS USER 'PI' AT THE GRAPHICAL DESKTOP`, um die grafische Benutzeroberfläche automatisch zu starten.

Der X-Server

Linux ist dafür ausgelegt, dass die grafische Benutzeroberfläche als eigenständiges Programm namens *X-Server* (oder kurz *X*) auf dem Betriebssystem läuft. Dadurch werden neue Möglichkeiten eröffnet, wie z. B. die Steuerung eines Computers, dessen Bildschirmanzeige mittels einer Netzwerkverbindung auf einem anderen Computer dargestellt wird. Sie können Ihren Raspberry Pi also auch bedienen, wenn gar kein Bildschirm daran angeschlossen ist. Das ist z. B. sehr nützlich, wenn Sie nur über einen Bildschirm verfügen oder der Raspberry Pi sich an einem unzugänglichen Ort befindet (siehe Kapitel 13, *Houseautomation*).

Geben Sie ansonsten zum Start der grafischen Benutzeroberfläche des Raspberry Pi auf der Kommandozeile den Befehl `startx` ein.

Nach einigen Sekunden startet der X-Server und zeigt den Schreibtisch auf dem Bildschirm an. Wird Ihnen das Raspberry-Pi-Logo auf dem Schreibtischhintergrund angezeigt? Herzlichen Glückwunsch – Sie haben soeben Ihren Raspberry Pi erfolgreich zum Laufen gebracht! Die Projekte im Buch setzen diesen Zustand des Raspberry Pi (Anzeige der Schreibtischoberfläche) als Ausgangspunkt voraus.

1.5 Terminal unter X starten

Linux macht von der textbasierten Kommandozeile ausgiebig Gebrauch, die häufig auch als *Terminal* bezeichnet wird. Das Terminal ist äußerst leistungsfähig und für manche Aufgaben besser geeignet als die Maus. Zum Öffnen eines Terminalfensters unter X können Sie entweder auf das Programmsymbol auf dem Schreibtisch doppelklicken oder den Menüpunkt ZUBEHÖR|LXTERMINAL auswählen.

1.6 Fehlerbehebung

Sie werden diesen Abschnitt hoffentlich nie benötigen, aber selbst wenn Sie der Anleitung Schritt für Schritt gefolgt sind, kann es sein, dass irgendetwas nicht funktioniert. Beim Umgang mit Computern ist die Suche von Fehlern und deren Behebung ein bedeutender Gesichtspunkt. Im Allgemeinen geht man dabei logisch vor und versucht nach und nach, verschiedene Ursachen auszuschließen, bis das Problem identifiziert werden kann. Sie werden im weiteren Verlauf des Buches feststellen, dass dieses Prinzip auch für die Fehler-suche in Programmen gilt. Es ist daher sinnvoll, die Konfiguration so weit wie möglich zu vereinfachen: Entfernen Sie Tastatur, Maus und/oder Bildschirm und prüfen Sie, ob der Raspberry Pi irgendwelche Lebenszeichen von sich gibt. Schließen Sie die Komponenten dann eine nach der anderen wieder an. Wenn Sie einen Verdacht gegen eine bestimmte Komponente hegen, können Sie versuchen, sich einen bekanntermaßen funktionierenden Ersatz dafür von Freunden auszuleihen oder die verdächtige Komponente an deren Geräten ausprobieren. Auf diese Weise können Sie Komponenten als Fehlerquelle eliminieren, bis die Ursache gefunden ist.

1.6.1 Häufige Fehlerquellen

Die beim Versuch, den Raspberry Pi zum Laufen zu bringen, auftretenden Probleme sind größtenteils leicht zu beheben. In den folgenden Unterabschnitten sind die Schwierigkeiten beschrieben, die Ihnen typischerweise begegnen werden, und es wird erläutert, wie das jeweilige Problem zu beheben ist.

Keine Betriebsanzeige

Falls nach dem Anschluss der Spannungsversorgung keine der LEDs leuchtet, liefert das Netzteil möglicherweise nicht die erforderliche Spannung von 5 Volt. Falls Sie ein Multimeter besitzen, können Sie die Spannung wie im Abschnitt *Probleme mit der Spannungsversorgung* beschrieben nachmessen. Leihen Sie sich anderenfalls ein Netzteil aus, von dem Sie wissen, dass es funktioniert.

Nur die rote LED leuchtet

Falls nur die rote LED leuchtet, ist die Spannungsversorgung des Raspberry Pi vermutlich in Ordnung, er startet jedoch nicht. Vergewissern Sie sich, dass die SD-Karte richtig eingesteckt ist. Wenn das nicht hilft, sollten Sie überprüfen, ob die Karte ein startfähiges Betriebssystem enthält. Doch selbst wenn dies der Fall ist, kann es sein, dass die SD-Karte nicht mit dem Raspberry Pi kompatibel ist. Probieren Sie dann, falls möglich, eine bekanntermaßen funktionierende Karte eines Freundes aus oder kaufen Sie sich eine vorbereitete SD-Karte. Überprüfen Sie außerdem, ob die Spannungsversorgung auch wirklich ausreichend ist.

Keine Bildschirmanzeige

Überprüfen Sie das Verbindungskabel auf festen Sitz und vergewissern Sie sich, dass der richtige Eingang ausgewählt ist, sofern Ihr Bildschirm über mehrere Eingänge verfügt. Bei vielen Geräten, die mehrere Eingänge besitzen, gibt es an der Vorderseite einen Taster, mit dem sich die verschiedenen Eingänge der Reihe nach anzeigen lassen. Bei einigen Bildschirmen kann es erforderlich sein, dass die Verbindung zwischen Raspberry Pi und Monitor bereits hergestellt sein muss, bevor der Raspberry Pi eingeschaltet wird. Falls Sie überhaupt nicht weiterkommen, sollten Sie einen anderen Bildschirm und/oder ein anderes Kabel ausprobieren.

Unregelmäßig auftretende Probleme

Sollte sich der Raspberry Pi gelegentlich aufhängen oder neu starten, insbesondere wenn Sie energiehungrige Aktionen durchführen (z. B. grafiklastige Programme oder Anschließen von Peripheriegeräten), stellt das Netzteil vermutlich nicht genügend Leistung bereit.

Probleme mit der Spannungsversorgung

Nicht alle Micro-USB-Netzteile stellen eine für den Betrieb des Raspberry Pi ausreichende Leistung bereit, die deutlich über der von herkömmlichen PC-USB-Anschlüssen gelieferten Leistung liegt. Entsprechend der Aufgaben, die der Raspberry Pi gerade erledigt, variiert auch die Leistungsaufnahme. Daraus folgt, dass manche Netzteile zeitweise funktionieren,

aber ihren Dienst einstellen, sobald eine etwas höhere Leistung erforderlich ist. Ihr Netzteil sollte *mindestens* 700 Milliampere bei einer Spannung von 5 Volt bzw. 3,5 Watt liefern können. Die meisten Netzteile besitzen einen kleinen Aufkleber, auf dem die gelieferte Leistung oder der bereitgestellte Strom angegeben ist. Aber Vorsicht: Nicht alle Netzteile halten, was sie auf dem Aufkleber versprechen! Falls Ihr Raspberry Pi im Prinzip funktioniert, aber seinen Geist aufgibt, sobald Sie anspruchsvollere Programme wie z. B. Grafikanwendungen ausführen, ist das Netzteil womöglich ungeeignet. In manchen Fällen ist auch nicht das Netzteil selbst, sondern das Verbindungskabel zum Raspberry Pi der Übeltäter. Manche Kabel besitzen einen erstaunlich hohen Widerstand und sorgen dadurch für einen Spannungsabfall am Computer.

Das Netzteil muss neben dem Raspberry Pi auch sämtliche angeschlossenen Peripheriegeräte versorgen. Wenn die Stromaufnahme eines angeschlossenen Geräts zu hoch ist, funktioniert Ihr Raspberry Pi nicht mehr. Wenn Ihnen der Umgang mit einem Multimeter vertraut ist, können Sie die unter Last vom Netzteil bereitgestellte Spannung nachmessen. Wie Sie das genau anstellen müssen, können Sie im Buch *Raspberry Pi – Einstieg und User Guide* von Eben Upton und Gareth Halfacree (mitp 2013) nachlesen. Wenn Sie an den Testmesspunkten eine Spannung von weniger als 4,3 Volt ermitteln, könnte es sich lohnen, zunächst ein anderes Verbindungskabel auszuprobieren, statt gleich ein anderes Netzteil zu verwenden.

1.6.2 Weitere Hilfestellung

Sollten Sie noch immer mit Ihrem Raspberry Pi zu kämpfen haben, sind Ihnen weitere Anlaufpunkte, bei denen Sie Hilfe finden können, sicher willkommen. Die enorme Popularität des Raspberry Pi bringt den großen Vorteil mit sich, dass es eine begeisterte und hilfsbereite Anhängergemeinde gibt, die Sie gerne unterstützt. Vielleicht finden Sie unter http://elinux.org/R-Pi_Troubleshooting eine Lösung für Ihr spezielles Problem, oder besuchen Sie das Raspberry-Pi-Forum (<http://www.raspberrypi.org/forum>).

Wenn Sie einer Benutzergruppe beitreten oder ein Treffen einer solchen Gruppe besuchen, die sich selbst als *Raspberry Jam* (Himbeermarmelade) bezeichnen, wird Ihnen oftmals sogar eine persönliche Hilfestellung angeboten. Diese Benutzergruppen sind in einem weltweiten Verbund organisiert. Unter <http://raspberrypi.org> können Sie nachsehen, ob es auch in Ihrer Nähe einen Raspberry Jam gibt.

Auch im *Raspberry Pi User Guide* finden Sie eine Reihe von Vorschlägen zur Fehlersuche und der Konfiguration spezieller Hardware-Komponenten.

1.7 Der Spaß geht los!

Wenn Ihr Raspberry Pi nun endlich läuft, ist es an der Zeit, sich mit dem einen oder anderen Projekt zu vergnügen. Der Beschimpfungsgenerator aus Kapitel 2 ist dafür ein guter Ausgangspunkt, denn er führt in die Programmierung des Raspberry Pi in Python ein und – noch besser – Sie können damit Freunde und Familie zur Schnecke machen!