

II.3	Was ist los im Gartenteich?	435
II.3.1	Projekt: Einfache Webcam mit statischer Webseite	435
II.3.2	CGI-Skripte	439
II.3.3	CGI-Skripte für den Apache-Server	442
II.3.4	Hilfe, mein CGI-Skript läuft nicht!	443
II.3.5	Interaktive Webseiten	444
II.3.6	Eingabekomponenten in einem HTML-Formular	446
II.3.7	Verarbeitung von Eingaben in einem CGI-Skript	447
II.3.8	Zugriff aus der Ferne	449
II.4	Geräte über das Internet steuern	450
II.4.1	Privilegierte Rechte für ein CGI-Skript	450
II.4.2	Programmierung	451
II.5	Datenbanken	453
II.5.1	Das Modul sqlite3	453
II.5.2	Projekt: Freies Obst	456
II.5.3	Alternativen zu CGI	463
II.6	Aufgaben	464
II.7	Lösungen	465
12	Erweiterungen: OLED und HAT	471
12.1	OLED-Display	471
12.2	Anschluss	471
12.3	Installation der SSD1306-Bibliothek	472
12.4	Auf dem Display Texte und Formen ausgeben	472
12.4.1	Projekt: Uhrzeit	473
12.5	Mit ImageDraw zeichnen und Texte schreiben	474
12.5.1	Grafiken zeichnen	475
12.5.2	Schriftarten definieren	477
12.6	Projekt: Gespeicherte TrueType-Fonts darstellen	478
12.7	Projekt: Thermometer	480
12.8	Sense HAT	481
12.9	Die Klasse SenseHat	483
12.10	Grafische Ausgabe über die LED-Matrix	485
12.11	Die räumliche Orientierung des Sense HAT	486
12.11.1	Projekt: Das Murmellabyrinth	487
12.12	Der Joystick	490
12.12.1	InputEvent	491
12.12.2	Die Klasse JoyStick	492

12.12.3	Definition von Eventhandlern	492
12.12.4	Auf Events warten und Events abfragen	494
12.13	Aufgaben	496
12.14	Lösungen	497
A	Den Raspberry Pi einrichten	501
A.1	Hardware-Ausstattung	501
A.2	Das Betriebssystem installieren	501
A.3	Raspberry Pi das erste Mal starten und konfigurieren	502
A.4	Die grafische Oberfläche von Raspberry Pi OS	503
B	Der GPIO	507
B.1	Pinbelegung und Funktionen	507
B.2	Ein Flachbandkabel mit Pfostenverbindern	510
C	Autostart	513
D	So entstand das Titelbild	515
	Stichwortverzeichnis	519



Einleitung

Der Raspberry Pi – kurz RPi – ist ein preiswerter, kreditkartengroßer Computer, der fast keinen Strom verbraucht, eine SD-Karte als Peripheriespeicher verwendet und an einen hochauflösenden Monitor angeschlossen werden kann. Der RPi beflügelt die Fantasie von Bastlern, professionellen Technikern und Wissenschaftlern. In Kombination mit der Programmiersprache Python bietet er eine wunderbare Umgebung zur Realisierung technischer Ideen.

Dieses Buch erklärt alles, was angesprochen wird. Es werden keine Vorkenntnisse zu Linux, zur Programmierung und zur Hardware des Raspberry Pi vorausgesetzt. Im Anhang finden Sie Hinweise zur Hardware und eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Installation des Betriebssystems.

Was macht man mit dem Raspberry Pi?

Dieses Buch ist eine Einführung in die Programmiersprache Python auf dem Raspberry Pi. Doch die Beschäftigung mit dem Raspberry Pi ist oft nicht nur reine Programmierung. Ziel eines typischen RPi-Projekts ist der Prototyp einer kompletten Maschine – Hardware und Software. Der RPi legt Technik, die sonst versteckt ist, offen. Auf dem Markt gibt es eine zunehmende Zahl elektronischer Bauteile, die man mit dem RPi verbinden kann. Zudem gibt es immer mehr Firmen, die das benötigte Material im Internet anbieten. Bestellung und Lieferung der oft sehr speziellen Bauteile sind heute kein Problem.

Dieses Buch will eine Idee vom Charme der Programmiersprache Python vermitteln. Zweitens soll es inspirieren, das gelernte Programmierwissen in konkrete Projekte einfließen zu lassen. Damit die Beschreibung von Hardwaretechnik und speziellen Schnittstellen nicht ins Uferlose wächst, gehe ich von vier allgemeinen Hardwarekonfigurationen aus.

Interaktives Exponat

Auf dem Raspberry Pi läuft ein interaktives Programm mit grafischer Benutzungsoberfläche. Das kleine Gerät ist hinter einen großen Touchscreen geklebt und nicht zu sehen. Der RPi startet das Programm automatisch beim Einschalten. Eine solche Anordnung kann ein interaktives Exponat einer Ausstellung oder ein Auskunftssystem im Foyer eines öffentlichen Gebäudes sein. Da der RPi Grafik in HD-Qualität

unterstützt, ist er für diesen Zweck hervorragend geeignet. Eine einfachere Variante dieser Konfiguration ist nicht interaktiv und verwendet ein einfaches LCD-Display. Projekte dieser Art sind Maschinen, die Bilder und Texte automatisch erzeugen (Kapitel 5), digitale Karteikästen, Staumelder, die Informationen aus dem Internet auswerten und einen Überblick über die aktuelle Verkehrslage geben (Kapitel 6), digitale Bilderrahmen und Kalender (Kapitel 7).

System mit speziellen Eingabegeräten

Bei diesem Typ ist der RPi mit Sensoren oder einer Kamera verbunden. Auf dem Computer läuft ein Programm, das auf Signale dieser Sensoren reagiert. Das kann z. B. ein Spiel sein, bei dem Objekte auf dem Bildschirm über Fußschalter gesteuert werden. Die Sensoren kann man sich mit wenigen Elektronikbauteilen (Kabeln, Widerständen, Thermoelementen, AD-Wandlern) und Alltagsmaterialien (Pappe, Alufolie, Schaumgummi) zusammenbauen. Schon in den ersten beiden Kapiteln finden Sie einfache Beispiele für Programme, die Signale externer Schalter verarbeiten und LEDs und Relais ansteuern: z. B. Zähler und Alarmanlagen. Komplexere Projekte mit einer grafischen Oberfläche sind z. B. eine Stoppuhr, die mit einem echten Gong betrieben wird, ein Pong-Spiel, bei dem die Schläger auf dem Bildschirm mit Schaltern oder Potenziometern gesteuert werden (Kapitel 8, 9) und die Simulation eines Rennens, bei dem der Spieler wirklich seine Beine bewegen muss, damit die Figur auf dem Bildschirm ihr Ziel erreicht (Kapitel 8). Ein ganz besonderes Eingabegerät ist das Kameramodul des Raspberry Pi. In Kapitel 10 werden Projekte vorgestellt, bei denen das Livebild der Kamera auf dem Bildschirm dargestellt und ausgewertet wird. Bewegungen werden erkannt und sogar die Bewegungsrichtung eines Objekts erfasst. Für den RPi gibt es eine Reihe von speziellen Sensoren (Kohlendioxid, Alkohol, Licht), mit denen man Geräte wie Spektralphotometer oder naturwissenschaftliche Experimente entwickeln kann, die automatisch oder halb automatisch durchgeführt und ausgewertet werden (Kapitel 9).

Mobiles Gerät

Der RPi ist klein und braucht wenig Strom. Er ist deshalb sehr gut für mobile Geräte und autonome Roboter geeignet. Bei den Projekten in diesem Buch steht die Programmierung im Vordergrund. Die Hardware ist möglichst einfach und enthält Bauteile (Steckplatinen, LEDs, Widerstände, Thermoelement, Kamera, OLED-Display), die man auch noch für andere Vorhaben verwenden kann. Typische Anwendungen sind mobile Messgeräte, die Messwerte (z. B. die Temperatur) speichern, oder ein Suchgerät, das in der Lage ist, die heißeste Stelle im Raum zu finden (Kapitel 9). In Kapitel 11 finden Sie ein Beispiel für eine mobile Webcam. Eine spezielle Erweiterung des RPi ist die HAT-Technik. In Kapitel 12 wird das Sense-HAT vorgestellt, eine Zusatzplatine, die man auf den RPi aufschraubt und die einige Sensoren und eine LED-Matrix enthält.

Server für spezielle Aufgaben

Der RPi kostet wenig und benötigt eine elektrische Leistung von nur 3,5 Watt (Modell B). Damit ist er der ideale Server, der permanent arbeitet und ständig bereit ist, Anfragen über das Internet oder Intranet zu beantworten (HTTP-Server). Ein solcher Server braucht weder Tastatur noch Monitor. Er kann über eine SSH-Verbindung von einem anderen Rechner aus gesteuert werden. In Kapitel 11 finden Sie alle Details und Beispiele für serverbasierte Projekte, darunter eine Webcam, ein System zur Steuerung von elektrischen Geräten über das Internet und ein Online-Datenbanksystem.

Warum überhaupt Python auf dem RPi?

Ursprünglich sollte der RPi mit einem fest eingebauten Interpreter für Python-Programme ausgestattet werden (Pi steht für *Python interpreter*). Aber letztlich ist das Design doch flexibler geworden. Betriebssystem und Programmiersprachen können nach Wunsch installiert werden.

Zum Aufbau dieses Buches

In den Kapiteln werden Schritt für Schritt die wesentlichen Elemente der Python-Programmierung eingeführt. Ab Kapitel 2 werden kleine in sich abgeschlossene Projekte beschrieben, die praktische Anwendungsmöglichkeiten der zuvor eingeführten Techniken illustrieren. Dabei spielen in den ersten Kapiteln Peripheriegeräte noch keine Rolle. Der RPi wird in einer Standard-Hardwarekonfiguration mit Tastatur, Maus und Monitor benutzt wie ein normaler Computer. Die Elemente der Programmiersprache Python werden Schritt für Schritt eingeführt, von den elementaren Grundlagen bis zu fortgeschrittenen Techniken der objektorientierten Programmierung. Die spannenderen Projekte kommen weiter hinten. Haben Sie also zu Beginn etwas Geduld.

In Kapitel 5 werden grafische Benutzungsoberflächen eingeführt. Die meisten Projekte sind nun Anwendungsprogramme, die nicht mehr auf eine Tastatur angewiesen sind und leicht zu interaktiven Exponaten für Ausstellungen oder Ähnlichem weiterentwickelt werden können. Etwa ab der Mitte des Buches enthält jedes Kapitel Anregungen und Beispiele für Projekte mit speziellen Hardware-Komponenten, wie Kamera, Temperatur-Sensoren, AD-Wandlern, Schaltern und LEDs. Am Ende jedes Kapitels finden Sie Aufgaben und Lösungen, mit denen Sie Ihr Wissen festigen, erweitern und vertiefen können.

Speziellere Informationen zum Betriebssystem (Installation, Autostart) und zur Hardware des RPi (GPIO) finden Sie in den Anhängen.