



Von der Schönheit und Eleganz
programmierbarer Gegenstände.

Leitfaden für Workshopleiter
und Workshopleiterinnen

Stefan Hermann

Von der Schönheit und Eleganz programmierbarer Gegenstände.

Die Geschichte der Menschheit ist geprägt vom Drang nach Wissen und Innovation. Vom Faustkeil zum Rad, von der Dampfmaschine zum Solarflugzeug ist Innovation der treibende Motor der modernen Welt.

Voraussetzung und Grundlage sind Kommunikation und die Vermittlung von bereits gewonnenem Wissen. Das Goethe-Institut ist ein Ort der Kommunikation und des Wissens.

Dieser Workshop ermöglicht den Einstieg in eines der sich am schnellsten entwickelnden Innovationsfelder – der Informationstechnologie.

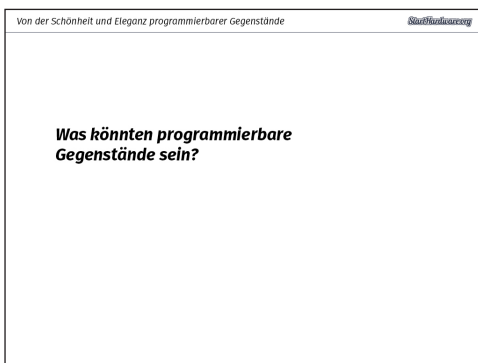
Das Arduino-Board als begreifbares Artefakt ist gleichzeitig Hard- und Software und ermöglicht ein tiefes Verständnis für Computer, Sensoren und Aktuatoren.

Schönheit und Eleganz sind im Detail zu suchen und finden sich im Verständnis sonst schwer zu verstehender Zusammenhänge.

1 Tag 1 – Titelfolie



2 Was könnten programmierbare Gegenstände sein?



Aufgabe Leiter

Hinführen zum Thema Computer

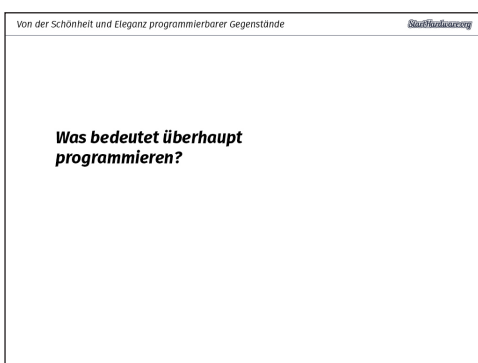
Ziel

Teilnehmer sollen auf einen gemeinsamen Wissensstand kommen. Dieser dient als Grundlage für die spätere Arbeit.

Mögliche Antworten

- Computer
- Roboter
- Fernseher
- Handy
- Spielzeug (konkretisieren lassen)

3 Was bedeutet überhaupt programmieren?



Aufgabe Leiter

Hinführen zum Thema Computer

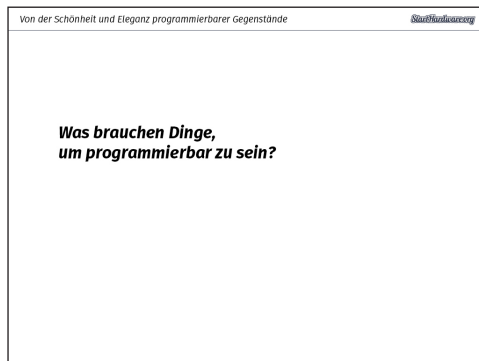
Ziel

Teilnehmer sollen auf einen gemeinsamen Wissensstand kommen. Dieser dient als Grundlage für die spätere Arbeit.

Mögliche Antworten

- Computer machen, was man ihnen sagt
- Vorschriften
- Anweisungen

4 Was brauchen Dinge, um programmierbar zu sein?



Aufgabe Leiter

Hinführen zum Thema Computer

Ziel

Teilnehmer sollen auf einen gemeinsamen Wissensstand kommen. Dieser dient als Grundlage für die spätere Arbeit.

Mögliche Antworten

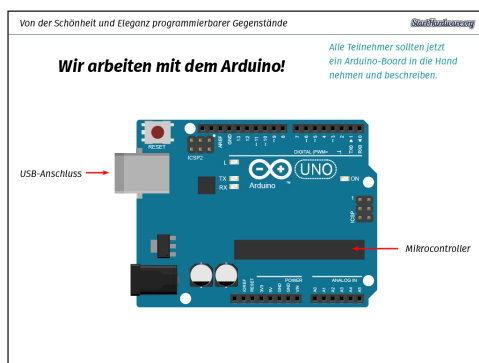
- Computer
- Prozessor
- Gehirn
- Elektronik

6 In welchen Geräten finden sich Mikrocontroller?



- Telefone
- Autos
- Wecker
- Kaffeemaschinen
- Verkehrsleitsysteme

10 Wir arbeiten mit dem Arduino!



Aufgabe Leiter

Vorstellung des Mikrocontroller-Boards Arduino.

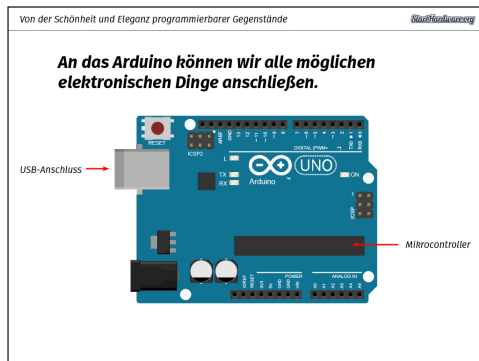
Ziel

Kennenlernen des Arduino-Boards und Einordnung als Mini-Computer.

Infos

Wie besprochen sind Computer heute klein und unscheinbar. Das Arduino ist genau so ein Minicomputer.

11 An das Arduino können wir alle möglichen elektronischen Dinge anschließen.



Aufgabe Leiter

Vorstellung des Funktionsumfangs des Arduino-Boards.

Ziel

Teilnehmer sollen das Arduino als Mikrocontroller-Board und dessen Anwendungsmöglichkeiten kennen lernen.

Ausgaben

- LEDs
- Lampen
- Motoren
- Lautsprecher
- Elektromagnete

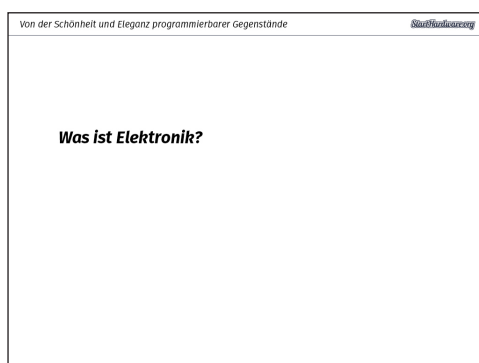
Eingaben

- Taster
- Schalter
- Magnetkontakte

Sensoren

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Helligkeit
- Gas
- Beschleunigung

12 Was ist Elektronik?



Aufgabe Leiter

Hinführen zum Thema Elektronik

Ziel

Teilnehmer sollen auf einen gemeinsamen Wissensstand kommen. Dieser dient als Grundlage für die spätere Arbeit.

Mögliche Antworten

- Alles mit Strom
- Schaltungen
- Hardware
- Computer (konkretisieren)
- Kabel

13 Was ist Strom?



Aufgabe Leiter

Hinführen zum Thema Elektronik

Ziel

Teilnehmer sollen auf einen gemeinsamen Wissensstand kommen. Dieser dient als Grundlage für die spätere Arbeit.

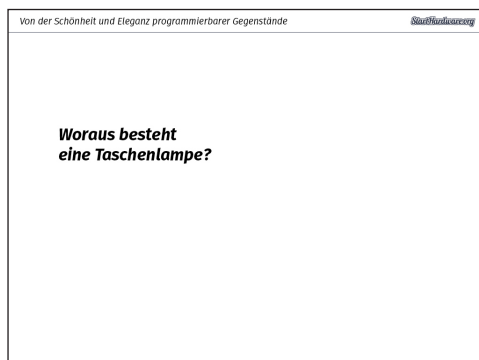
Mögliche Antworten

Strom ist die Energie, die man für elektronische Dinge braucht.

Hinweis

(Diese Antwort ist physikalisch nicht ganz korrekt, jedoch zu diesem Zeitpunkt noch verständlich genug.)

14 Woraus besteht eine Taschenlampe?



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

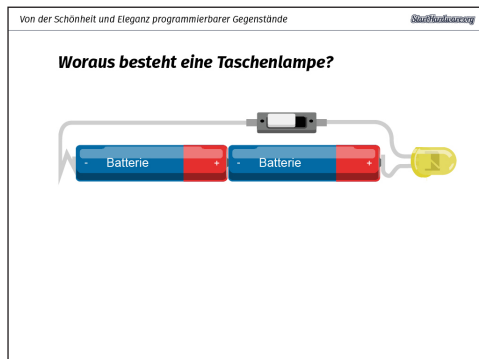
Ziel

Teilnehmer lernen einfachen Stromkreis kennen.

Mögliche Antworten

- Batterien
- Kabel
- Plastik
- Lampe (LED, Glühbirne)
- Federn
- Metall
- Gummi
- Schalter

15 Woraus besteht eine Taschenlampe?



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

Ziel

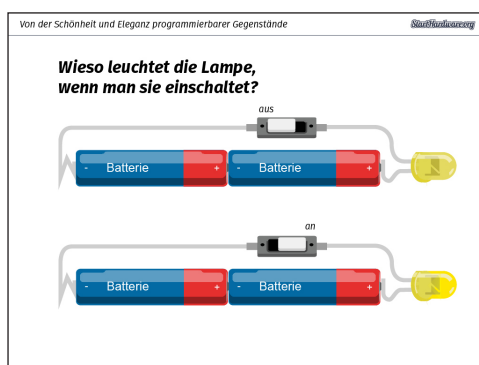
Teilnehmer lernen einfachen Stromkreis kennen.

Relevante Komponenten für den Stromkreis

- Batterien
- Kabel
- Lampe (LED, Glühbirne)
- Schalter

Das ergibt zusammen einen Stromkreis.

16 Woraus besteht eine Taschenlampe?



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

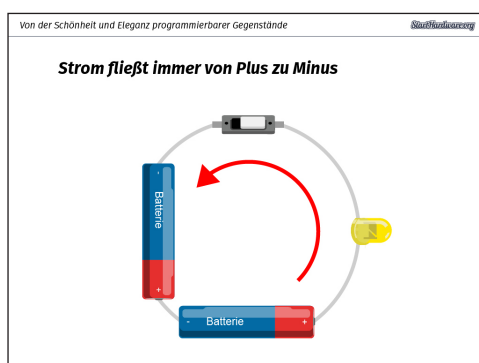
Ziel

Teilnehmer lernen einfachen Stromkreis kennen.

Info

Der Schalter schließt den Stromkreis, der Strom fließt durch die Lampe und bringt sie zum Leuchten.

17 Strom fließt immer vom Plus zum Minus



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

Ziel

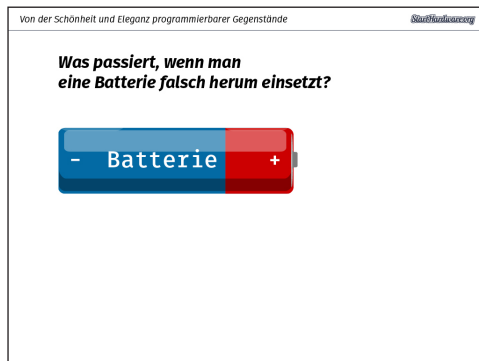
Teilnehmer lernen einfachen Stromkreis kennen.

Info

Technisch gesehen stimmt das, physikalisch sind die »fließenden« Teilchen Elektronen, die vom Minus zum Plus wandern.

Es macht aber Sinn, diesen Sachverhalt zugunsten eines besseres Verständnis zu verheimlichen.

18 Was passiert, wenn man eine Batterie falsch herum einsetzt?



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

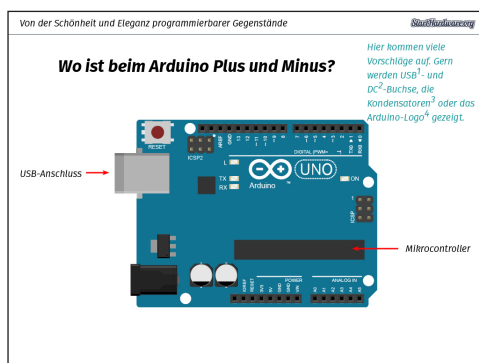
Ziel

Teilnehmer lernen einfachen Stromkreis kennen.

Antwort

Legt man die Batterien z.B. im Wii-Controller falsch herum ein, funktioniert der nicht.

19 Wo ist beim Arduino Plus und Minus?



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

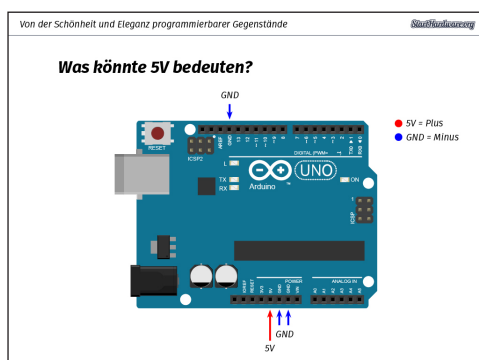
Ziel

Teilnehmer lernen das Arduino kennen.

Antwort

Die Auflösung findet sich auf der nächsten Folie.

20 Was könnte 5V bedeuten?



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

Ziel

Teilnehmer lernen das Arduino kennen.

Antwort

5V (Volt) ist die Spannung, mit der das Arduino-Board arbeitet.

Wenn Strom die fließende Menge an Wasser in einem Wasserrohr wäre, dann wäre die Spannung wie der Druck darin.

21 Was hat wie viel Spannung?



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

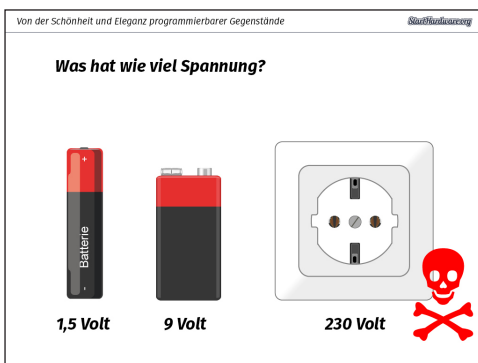
Ziel

Teilnehmer lernen, dass das Arduino mit ungefährlicher Spannung arbeitet.

Antwort

Die Auflösung findet sich auf der nächsten Folie.

22 Was hat wie viel Spannung?



Aufgabe Leiter

Einführung Elektronik

Ziel

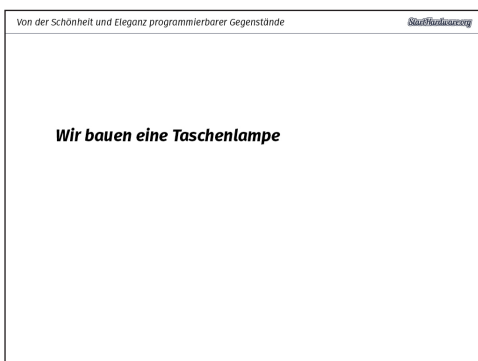
Teilnehmer lernen, dass das Arduino mit ungefährlicher Spannung arbeitet.

Antwort

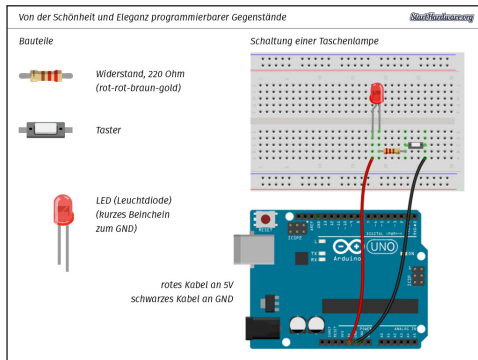
Auf den Unterschied von Gleich- und Wechselstrom muss man hier nicht eingehen.

Wichtig ist, herauszustellen, dass 230 Volt lebensgefährlich sind. Das Arduino arbeitet dagegen mit ungefährlichen 5 Volt.

23 Titelfolie »Wir bauen eine Taschenlampe«



24 Wir bauen eine Taschenlampe



Aufgabe Leiter

Einführung Arduino

Ziel

Teilnehmer suchen passende Bauteile heraus.

Aufgabe

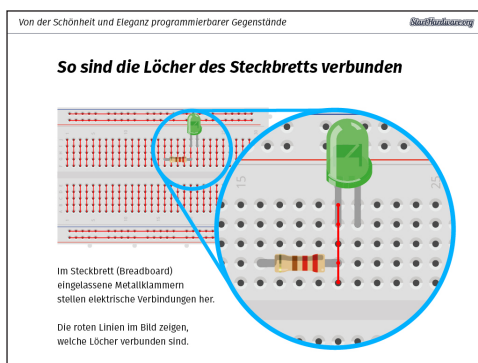
Die Teilnehmer bauen die Schaltung nach. Dann kann das Arduino per USB an den Computer angeschlossen werden.

Drückt man den Taster, leuchtet die LED.

Fehlerquellen

- Widerstand zu groß (220Ω – rot-rot-braun)
- LED muss richtig eingesetzt sein (langes Beinchen zum 5V)
- Bauteile stecken nicht richtig im Breadboard

25 So sind die Löcher des Steckbretts verbunden



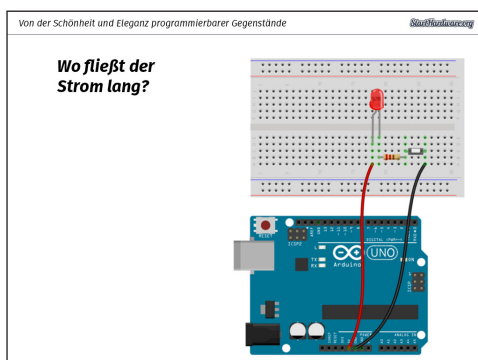
Aufgabe Leiter

Einführung Arduino

Ziel

Die Teilnehmer verstehen den Aufbau des Steckbretts. Die roten Linien zeigen auf, welche Löcher elektrisch verbunden sind.

26 Wo fließt der Strom lang?



Aufgabe Leiter

Einführung Arduino

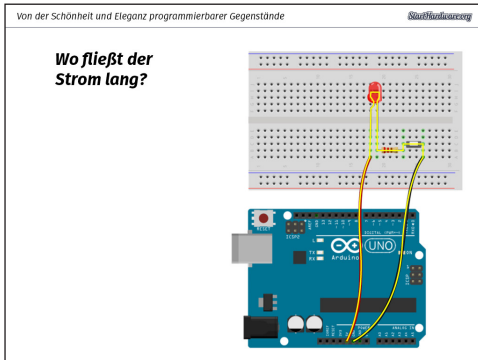
Ziel

Teilnehmer verstehen den Weg des Stroms.

Antwort

Wird der Taster gedrückt, kann der Strom vom 5V über das rote Kabel durch die LED, den Widerstand, den Taster und das schwarze Kabel in den GND fließen. (Die nächste Folie illustriert den Weg.)

27 Wo fließt der Strom lang?

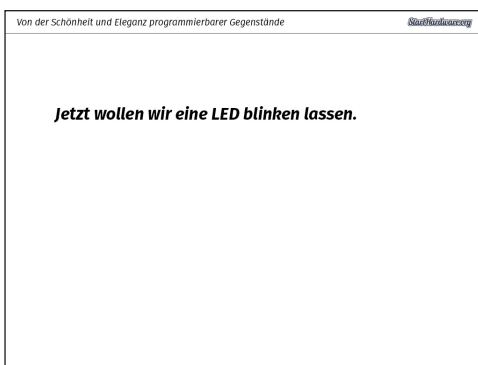


Aufgabe Leiter

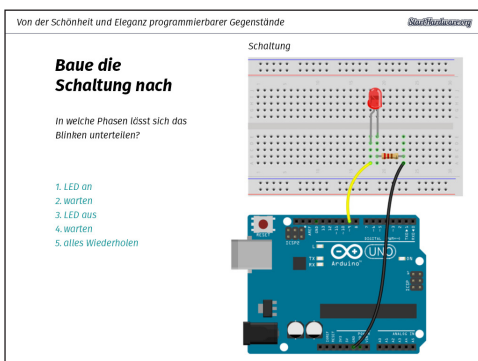
Einführung Arduino

Illustration des Stromwegs.

28 Titelfolie »Jetzt wollen wir eine LED blinken lassen.«



29 Blinken – Baue die Schaltung nach



Aufgabe Leiter

Einführung Arduino und Programmierung

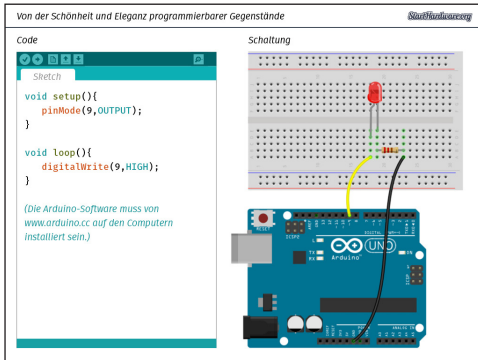
Ziel

Teilnehmer sollen darüber nachdenken, dass Blinken aus einzelnen Phasen besteht.

Antwort

1. LED an
2. Warten
3. LED aus
4. Warten
5. alles Wiederholen

30 Blinken



Aufgabe Leiter

Einführung Programmierung

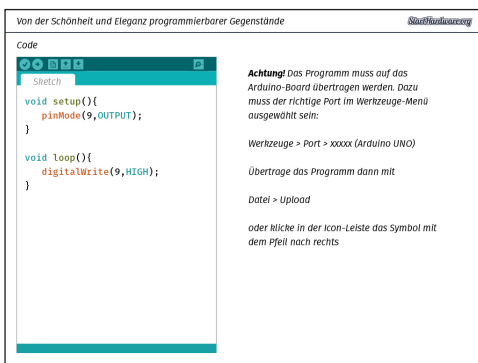
Ziel

Teilnehmer schreiben ihr erstes Programm und verstehen die Struktur.

Hinweis

Die Arduino-Software muss von www.arduino.cc auf den Computern installiert sein.

31 Blinken



Aufgabe Leiter

Einführung Programmierung

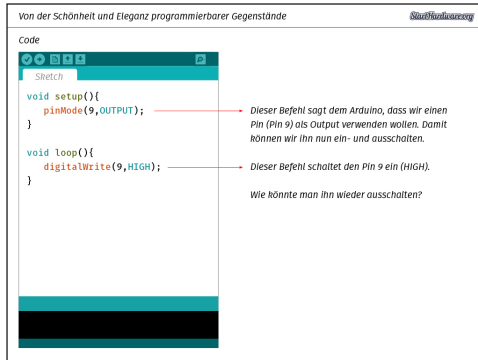
Ziel

Die Teilnehmer übertragen das Programm auf das Arduino-Board.

Hinweis

Ändert man das Programm, muss es jedes Mal wieder aufs Arduino übertragen werden.

32 Blinken



Aufgabe Leiter

Einführung Programmierung

Ziel

Diese Folie erklärt, was die einzelnen Befehle auslösen.

Haben die Teilnehmer den Code verstanden, sollen sie überlegen, wie man die LED wieder ausschalten könnte.

Antwort

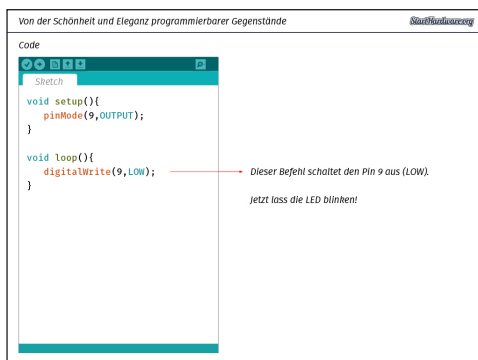
Der Befehl müsste digitalWrite(9, LOW); lauten.

Hinweis

Die richtige Schreibweise ist extrem wichtig. Auf Groß- und Kleinschreibung muss geachtet werden, auf öffnende und schließende Klammern und darauf, dass hinter jedem Befehl ein Semikolon steht.

Stimmt etwas im Code nicht, gibt Arduino eine Fehlermeldung im Ausgabefenster aus und markiert die fehlerhafte Zeile.

33 Blinken



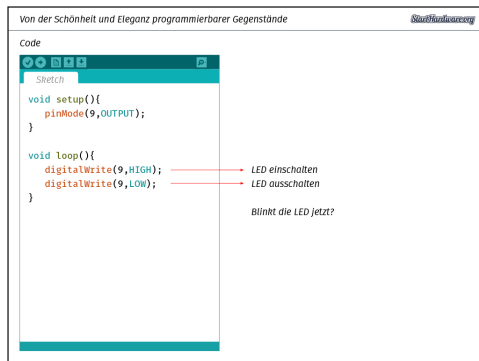
Aufgabe Leiter

Einführung Programmierung

Ziel

Die Teilnehmer verstehen, wie man die LED wieder ausschaltet und sollen nun versuchen, die LED zum Blinken zu bringen.

34 Blinken



Aufgabe Leiter

Einführung Programmierung

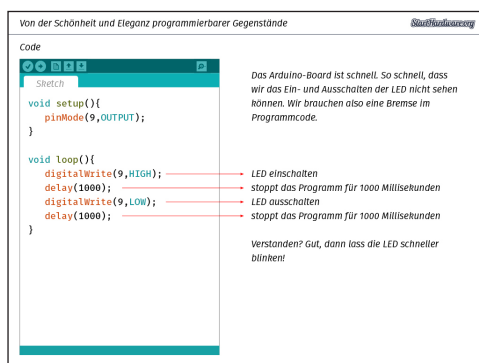
Ziel

Die Teilnehmer laden das Programm hoch, doch die LED blinkt nicht. Wieso ist das so?

Antwort

Die LED sieht so aus, als würde sie leuchten, denn das Ein- und Ausschalten geschieht so schnell, dass man es nicht sehen kann.

35 Blinken



Aufgabe Leiter

Einführung Programmierung

Ziel

Der Befehl Delay stoppt das Programm für eine gewisse Zeit. Nun wird das Blinken sichtbar.

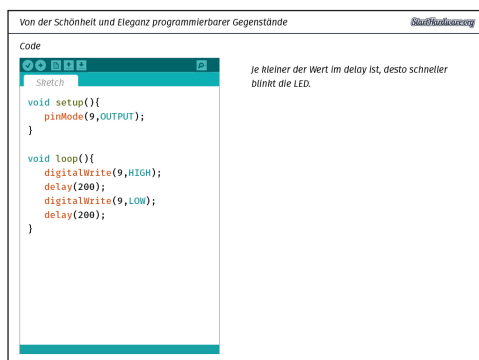
Aufgabe

Die LED soll jetzt schneller blinken.

Die Teilnehmer manipulieren den Code. Dabei lernen sie, dass es recht einfach ist, zu programmieren.

Weisen Sie sie nochmal darauf hin, dass der Code aufs Arduino übertragen werden muss (Upload).

36 Blinken



Aufgabe Leiter

Einführung Programmierung

Ziel

Der fertige Programmtext wird gezeigt.

Aufgabe

Lassen Sie die Teilnehmer auch andere Blinkgeschwindigkeiten ausprobieren.

37 Morsecode

Von der Schönheit und Eleganz programmierbarer Gegenstände StartHardware.org

Code

```
Sketch
...
// kurzes Blinken
digitalWrite(9,HIGH);
delay(100);
digitalWrite(9,LOW);
delay(100);

// langes Blinken
digitalWrite(9,HIGH);
delay(400);
digitalWrite(9,LOW);
delay(400);
...
```

Nun eine kleine Übung. Lass die LED deinen Namen im Morse-Code blinken.

Ein Punkt bedeutet kurz blinken, ein Strich bedeutet lang blinken.

A	..	H	O	---	V
B	I	..	P	---	W
C	---	J	---	Q	---	X	---
D	---	K	---	R	---	Y	---
E	.	L	---	S	---	Z	---
F	---	M	--	T	-		
G	---	N	--	U	---		

Mache nach jedem Buchstaben eine längere und nach dem Namen eine sehr lange Pause.

Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Ziel

Teilnehmer sollen ihren eigenen Vornamen im Morsecode auf der LED blinken lassen.

38 Tag 2 Titelfolie

StartHardware.org
Von der Schönheit und Eleganz programmierbarer Gegenstände

2

39 Schaltung mit zwei LEDs

Von der Schönheit und Eleganz programmierbarer Gegenstände StartHardware.org

Code

```
Beginne mit dem Blink-Code und ändere ihn so ab, dass beide LEDs abwechselnd blinken.

Sketch
void setup(){
  pinMode(9,OUTPUT);
}

void loop(){
  digitalWrite(9,HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(9,LOW);
  delay(200);
}
```

Schaltung mit zwei LEDs

Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

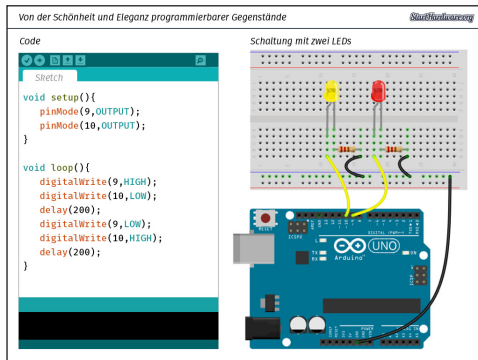
Ziel

Teilnehmer bauen Schaltung mit zwei LEDs und verstehen, dass es sich um zwei getrennte Stromkreise handelt.

Fehlerquellen

- falsche Widerstände
- LEDs verkehrt herum eingesetzt
- falsche Löcher des Steckbretts verwendet

40 Schaltung mit zwei LEDs



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

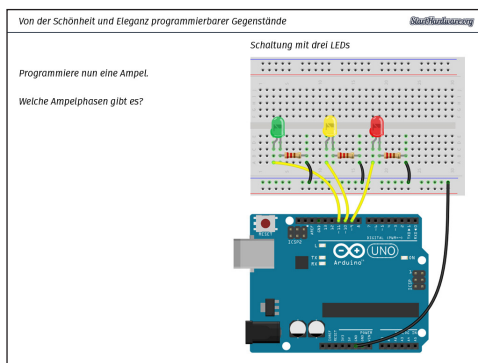
Ziel

Durch die zwei getrennten Stromkreise können die LEDs unterschiedlich blinken.

Hinweis

Der Code muss wieder per Upload aufs Arduino-Board übertragen werden.

41 Ampel



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

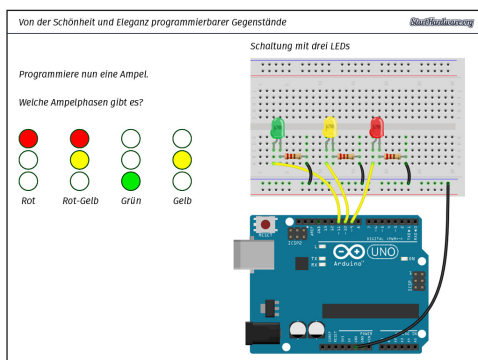
Ziel

Die Schaltung wird um eine weitere LED erweitert.

Aufgabe

Die Teilnehmer sollen eine Ampel programmieren und als erstes überlegen, welche Ampelphasen es gibt.

42 Ampel



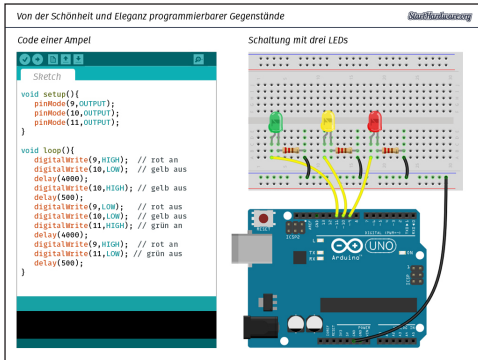
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Ziel

Eine Ampel soll programmiert werden. Die Teilnehmer sollen das allein oder in kleinen Gruppen versuchen.

43 Ampel

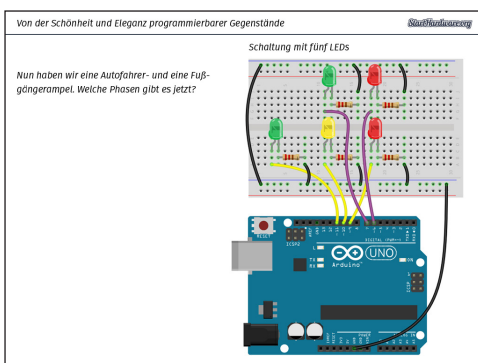


Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Fertiger Ampelcode kann mit dem eigenen verglichen werden. Es sind mehrere Lösungen denkbar und richtig.

44 Ampel



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Ziel

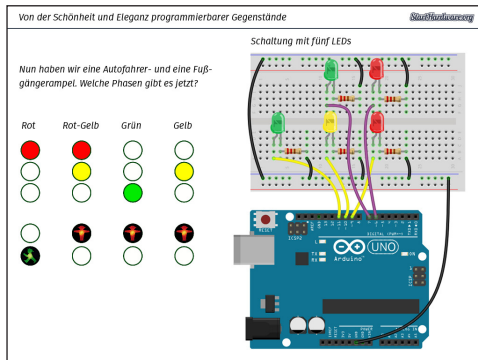
Teilnehmer erweitern die Schaltung um zwei zusätzliche LEDs als Fußgängerampel.

Welche Ampelphasen gibt es nun?

Fehlerquellen

- falsche Widerstände
- LEDs verkehrt herum eingesetzt
- falsche Löcher des Steckbretts verwendet
- das schwarze Kabel (links) vergessen

45 Ampel



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Ziel

Teilnehmer verstehen, welche Ampelphasen aufeinander folgen.

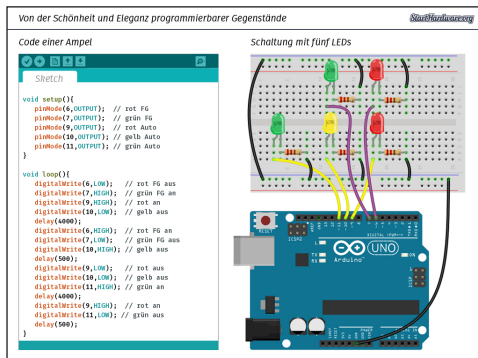
Aufgabe

Die Teilnehmer sollen nun die Fußgängerampel programmieren.

Fehlerquellen

- falsche Widerstände
- LEDs verkehrt herum eingesetzt
- falsche Löcher des Steckbretts verwendet

46 Ampel



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

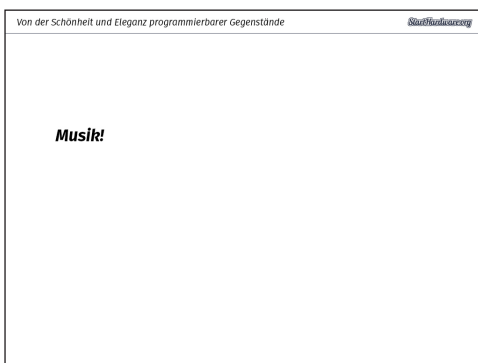
Ziel

Fertiger Ampelcode kann wieder mit dem eigenen verglichen werden. Es sind mehrere Lösungen denkbar und richtig.

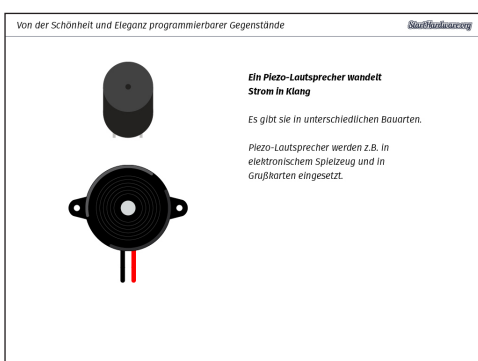
47 Titelfolie Tag 3



48 Titelfolie »Musik!«



49 Ein Piezo-Lautsprecher wandelt Strom in Klang



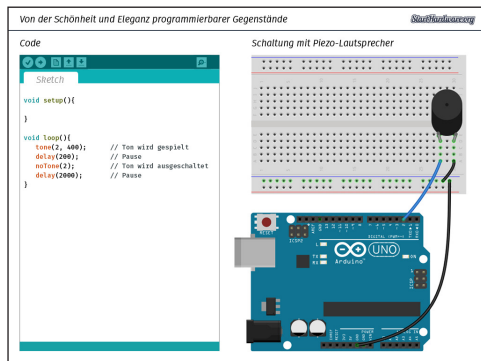
Aufgabe Leiter

Zeigen und Erklären des Bauteils

Ziel

Teilnehmer verstehen, dass Lautsprecher Elektrizität in Schall wandeln.

50 Schaltung mit Piezo-Lautsprecher



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

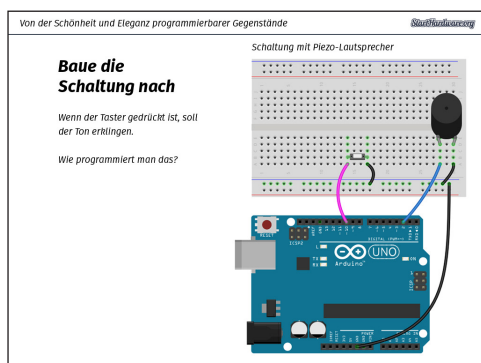
Aufgabe

Teilnehmer bauen Schaltung auf und programmieren das Arduino.

Hinweis

Der Piezo-Lautsprecher muss nicht mit pinMode im Setup deklariert werden.

51 if-Abfrage



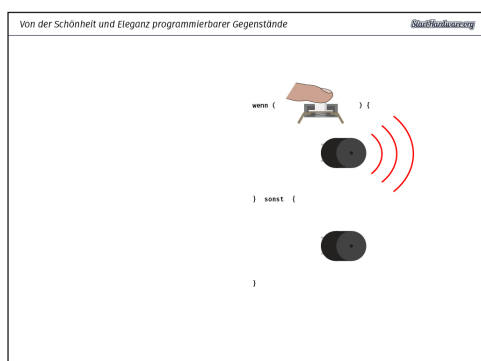
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Ziel

Die Teilnehmer verstehen die if-Abfrage. Dabei handelt es sich um eine der wichtigsten Konstruktionen von Programmen.

52 if-Abfrage



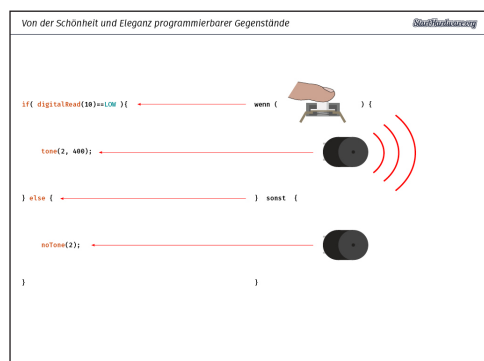
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Inhalt

Wird der Taster gedrückt, soll ein Ton erklingen, sonst soll der Piezo stumm bleiben.

53 if-Abfrage



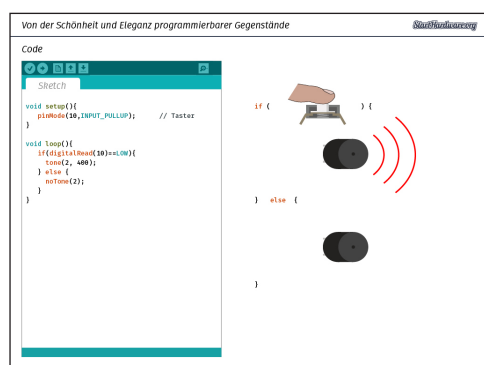
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Inhalt

Der Illustration der if-Abfrage wird der Code zugeordnet.

54 if-Abfrage



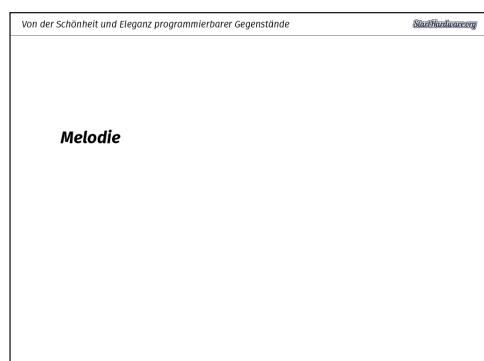
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Inhalt

Das komplette Programm kann nun übernommen und ausprobiert werden.

55 Titelfolie »Melodie«



56 Melodie

Von der Schönheit und Eleganz programmierbarer Gegenstände StartHardware.org

Code

```
Sketch
void setup() {
}

void loop() {
  tone(2,262,4); // Pin, Tonhöhe, Tondauer
  delay(4+1,3); // Pause zwischen den Noten
  tone(2,196,8); // Pin, Tonhöhe, Tondauer
  delay(8+1,3); // Pause zwischen den Noten
  tone(2,196,8); // Pin, Tonhöhe, Tondauer
  delay(8+1,3); // Pause zwischen den Noten
  tone(2,220,4); // Pin, Tonhöhe, Tondauer
  delay(4+1,3); // Pause zwischen den Noten
  tone(2,196,4); // Pin, Tonhöhe, Tondauer
  delay(4+1,3); // Pause zwischen den Noten
  tone(2,8,4); // Pin, Tonhöhe, Tondauer
  delay(4+1,3); // Pause zwischen den Noten
  tone(2,247,4); // Pin, Tonhöhe, Tondauer
  delay(4+1,3); // Pause zwischen den Noten
  tone(2,262,4); // Pin, Tonhöhe, Tondauer
  delay(4+1,3); // Pause zwischen den Noten
  noTone(2); // Ton aus
  delay(5000); // Pause am Ende
}
```

Die Melodie besteht aus Tonhöhen und Tonlängen:

262, 196, 196, 220, 196, 0, 247, 262
4, 8, 8, 4, 4, 4, 4, 4

Schon bei einer kleinen Melodie wird der Code sehr schnell unübersichtlich. Besser wäre es, wenn die Melodie anders gespeichert werden könnte.

Ideen?

Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Ziel

Die Teilnehmer schreiben das Programm einer Melodie ab.

Hinweis

Diese Abschreibübung ist natürlich müßig, hilft aber den Teilnehmern, die Feinheiten zu verstehen, auf die es im Folgenden ankommt.

57 Array

Von der Schönheit und Eleganz programmierbarer Gegenstände StartHardware.org

Code

```
Sketch
int melodie[] = {
  262, 196, 196, 220, 196, 0, 247, 262
};

void setup() {
}

void loop() {
  tone(2,melodie[0],4);
  delay(5000); // Pause am Ende
}
```

Diese Konstruktion ist ein »Array«. Durch das Wort `int` kann es ganzzahlige Werte speichern.

Wenn man einen Wert auslesen will, schreibt man einfach die Stelle, die einen interessiert, in eckige Klammern. 0 ist die erste Stelle, also 262.

Jetzt brauchen wir noch etwas, das diesen Befehl wiederholt und dabei die Stelle verschiebt.

Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung – Erklären des Arrays

Ziel

Die Teilnehmer verstehen, wie man mehrere Werte in eine Variable speichern und sich dadurch das Programmieren erleichtern kann.

Der Programmtext aus der letzten Folie ist nun wesentlich kürzer, aber noch nicht komplett.

58 for-Schleife

Von der Schönheit und Eleganz programmierbarer Gegenstände StartHardware.org

Code

```
Sketch
int melodie[] = {
  262, 196, 196, 220, 196, 0, 247, 262
};

void setup() {
}

void loop() {
  for (int i=0; i<8; i=i+1){
    tone(2,melodie[i],4);
    delay(4+1,3);
  }
  delay(5000); // Pause am Ende
}
```

Die for-Schleife wiederholt Befehle eine festgelegte Dauer.

for (Startwert, Bedingung, Fortsetzung) {
Befehle
}

Startwert der Zählvariable sollte 0 sein
Bedingung: Solange Zähler kleiner als 8
Fortsetzung: Zählvariable pro Durchlauf +1

Die Variable `i` erhöht sich nun pro for-Schleifendurchlauf um 1, fängt bei 0 an und endet bei 7.
Nun müssen wir sie nur noch ans Array schicken.

Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung – Erklärung for-Schleife

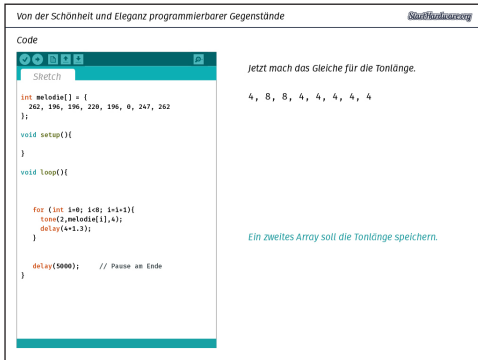
Ziel

Teilnehmer verstehen die for-Schleife und die Verwendung zum Spielen der Melodie.

Hinweis

Statt `i = i+1` könnte man auch `i++` schreiben. Das hat den gleichen Effekt und erhöht `i` um 1.

59 Melodie



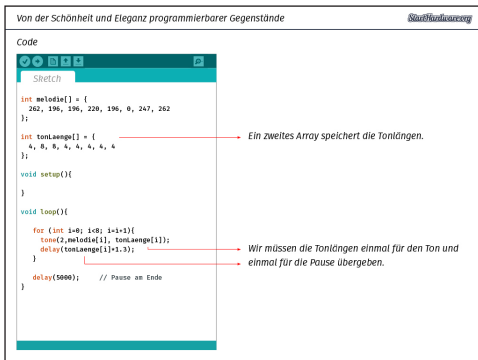
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Aufgabe

Teilnehmer sollen nun selbstständig ein zweites Array anlegen, das die Tonlängen speichern soll.

60 Schaltung mit zwei LEDs



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

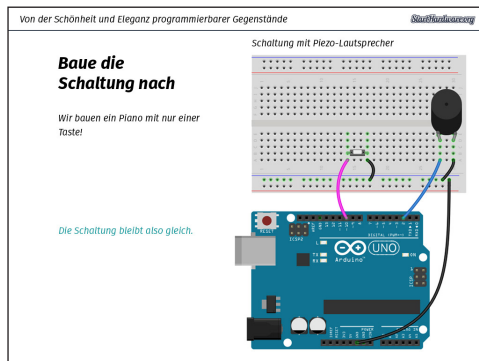
Ziel

Fertiger Programmtext kann nun mit eigenem verglichen werden.

61 Titelfolie »Ein-Tasten-Piano«



62 Baue die Schaltung nach



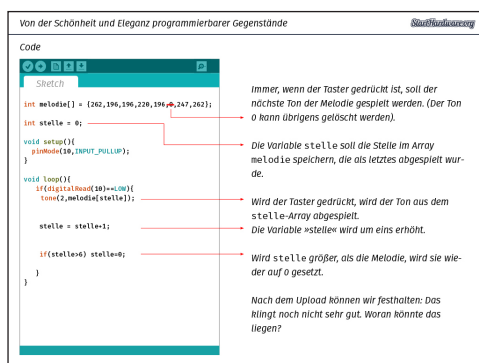
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Aufgabe

Schaltung aus einem Piezo und einem Taster wird nachgebaut

63 Code für das Ein-Tasten-Piano – Teil 1



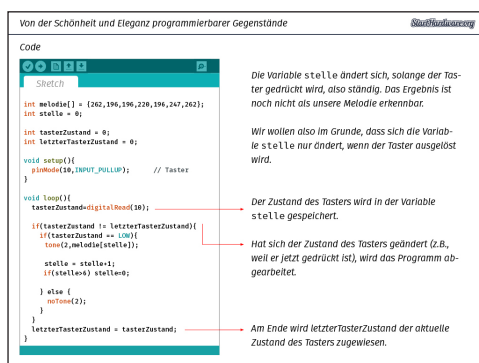
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Ziel

Die Teilnehmer übernehmen den Programmtext.

64 Code für das Ein-Tasten-Piano – Teil 2



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmierung

Ziel

Die Teilnehmer übernehmen den Programmtext.

65 Titelfolie »Das Licht spielt Musik«



66 Ein Fotowiderstand reagiert auf Licht



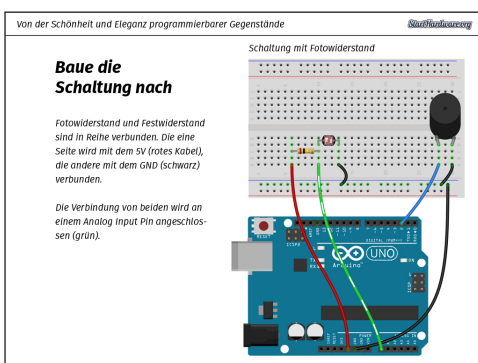
Aufgabe Leiter

Vertiefung des elektronischen Verständnis

Ziel

Teilnehmer verstehen die Funktion und den Aufbau des Fotowiderstands.

67 Baue die Schaltung nach



Aufgabe Leiter

Vertiefung des elektronischen Verständnis

Ziel

Teilnehmer bauen die Schaltung für die spätere Programmierung auf.

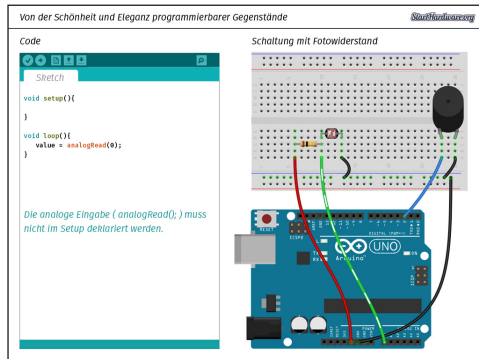
Hinweis

Der Widerstand ist dieses Mal größer (100kΩ – braun-schwarz-gelb). Fehlerquellen sind wieder falsche Anschluslöcher, falscher Widerstand oder falsche Pins.

Fehlerquellen

- falscher Widerstand (100kΩ)
- falsche Löcher des Steckbretts verwendet

68 analogRead()



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmieren

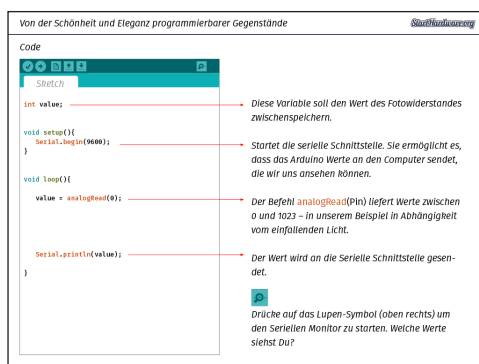
Ziel

Die Teilnehmer lernen die analoge Eingabe und den Befehl analogRead() kennen.

Hinweis

Die analoge Eingabe muss nicht im Setup deklariert werden.

69 Code mit Erläuterungen



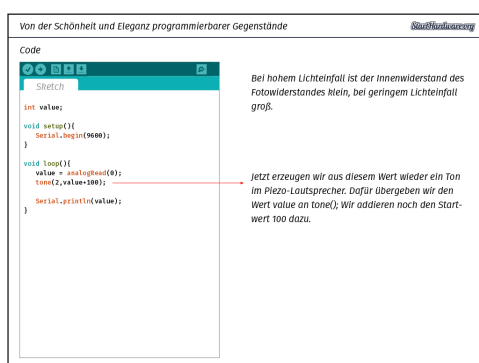
Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmieren

Inhalt

Die Codebausteine sind erläutert, gleichzeitig wird die serielle Schnittstelle erklärt, über die Daten an den Computer gesendet werden können.

70 Code mit Erläuterungen



Aufgabe Leiter

Vertiefung Programmieren

Inhalt

Die Codebausteine sind erläutert, gleichzeitig wird die serielle Schnittstelle erklärt, über die Daten an den Computer gesendet werden können.

71 Titelfolie »Zum Schluss«



72 Zusammenfassung



Inhalt

Die behandelten Themen werden noch einmal genannt.

Von der Schönheit und Eleganz programmierbarer Gegenstände.

Leitfaden für Workshopleiter und Workshopleiterinnen, PDF



StartHardware.org

Stefan Hermann, 2015
Gülser Weg 23
12681 Berlin

hallo@starthardware.org



Dieses Werk steht unter der Creative Commons Lizenz BY – SA 4.0

Sie dürfen

Teilen — das Material in jedwedem Format oder Medium vervielfältigen und weiterverbreiten

Bearbeiten — das Material remixen, verändern und darauf aufbauen

und zwar für beliebige Zwecke, sogar kommerziell.

Der Lizenzgeber kann diese Freiheiten nicht widerrufen solange Sie sich an die Lizenzbedingungen halten.

Unter folgenden Bedingungen

Namensnennung — Sie müssen angemessene Urheber- und Rechteangaben machen, einen Link zur Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Diese Angaben dürfen in jeder angemessenen Art und Weise gemacht werden, allerdings nicht so, dass der Eindruck entsteht, der Lizenzgeber unterstütze gerade Sie oder Ihre Nutzung besonders.

Weitergabe unter gleichen Bedingungen — Wenn Sie das Material remixen, verändern oder anderweitig direkt darauf aufbauen, dürfen Sie Ihre Beiträge nur unter derselben Lizenz wie das Original verbreiten.