

Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum

Hard- und Software, Versuche und Erfahrungen

Bert Schöneich
DESY
Zeuthen, 2016



Gliederung

1. Wie alles begann und warum Arduino
 - documenta 2012
 - Arduino versus Raspberry pi, Banana, ...
2. Arduino - die Basis
 - Hardware
 - Software
3. Schülerpraktikum
 - Arbeitsplatz
 - Ausstattung
 - Versuche
4. Erfahrungen
 - Praktikum
 - Arduino - mehr als Basteln
 - Beispiele
5. Schluss
 - Literatur
 - Dank



Wie alles begann und warum Arduino

documenta 2012



Foto <http://qweqner.de/>, documenta 2012

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 3



Wie alles begann und warum Arduino

Arduino versus Rasberry pi, Banana, ...



Raspberry Pi 2 Model B
Von Multicherry, CC-BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38558176>



Banana Pi
Von Fxstation - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31989781>



Beagleboard
Von jadonaik - originally posted to Flickr
as DSC_0263,
CC BY-SA 2.0



Cubieboard
Von Alejandro Mery -
<http://linux-sunxi.org/File:Cubieboard.jpeg>,
CC BY 3.0

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 4



Wie alles begann und warum Arduino

Arduino versus Rasberry pi, Banana, ...



Raspberry Pi 2 Model B
Von Multicherry, CC-BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?c>



Beag
Von j
as D:
CC B



von ztegarauo mery
<http://linux-sunxi.org/File:Cubieboard.jpeg>,
CC BY 3.0



nes Werk, CC BY-SA 3.0,
<imedia.org/w/index.php?curid=31989781>



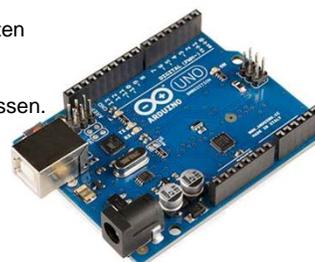
Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 5



Arduino - die Basis - Hardware

Arduino

- Mikrocontroller-Plattform aus Soft- und Hardware
- entwickelt für die Ausbildung von Schülern und Studenten
- Aufgabe: Messen, Steuern, Regeln
- Messfühler, Stellglieder u.ä. werden über digitale und analoge Ein- und Ausgänge an den Arduino angeschlossen.
- Software ist Freeware
- Hardware quelloffen, kann (soll) nachgebaut werden
- Atmel AVR 8-Bit-Mikrocontroller
- kein Mikrorechner, kein eigenes Betriebssystem
- Entwicklung der Programme („Sketche“) auf dem PC in einem C/C++ - Dialekt
- Sketch wird auf dem PC für den Arduino kompiliert
- Über eine USB-Verbindung wird das Programm an den Arduino gesendet.
- Dort arbeitet es dann in einer Endlosschleife.
- Verwendung
 - Schulen, Hochschulen und Universitäten
 - Künstler, Designer, Bastler, Pensionäre, Weihnachtsmänner, ...



Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 6



Arduino - die Basis - Hardware

Aufbau eines Arduinoboards

The diagram shows an Arduino Uno board with the following labeled components:

- USB-Anschluss
- Reset-Knopf
- Ground GND
- Digitale Ein- und Ausgänge 0 - 13
- Power-on Leuchte
- Mikrocontroller
- Externe Stromversorgung (6-20V, empfohlen: 7-12V)
- 5V Pin
- Ground GND
- Analoge Eingänge A0 - A5
- 3,3V Pin
- Spannungsversorgung per Pin

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 7

Arduino - die Basis - Hardware

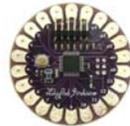
Arduinoboards (unvollständige Auswahl)



Arduino Mega



Arduino Nano



Arduino LilyPad



Arduino Ethernet



Arduino Uno



Arduino Robot



Arduino Esplora



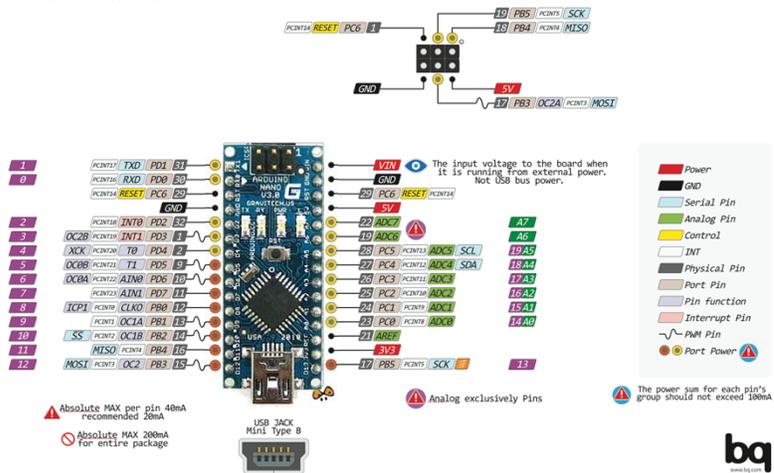
Arduino Mini

...

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 8

Arduino - die Basis - Hardware

Arduino Nano Pinout



Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 9

Arduino - die Basis - Hardware

Arduino – Erweiterungen durch „shields“

- Erweiterung durch „shields“, aufsteckbare fertige Platinen (z.B. LAN, WLAN, Stimmenrecorder, TFT-LCD, GPS, Motorsteuerung, Bluetooth, ...)



Arduino Uno



Arduino Uno mit Ethernetshield



Arduino Uno mit Ethernet- und GSM/GPRS-GPS-shield

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 10

Arduino - die Basis - Software

Arduino-IDE (Entwicklungsumgebung)

- plattformunabhängige Java-Anwendung
- Freeware, quelloffen
- basiert auf der IDE von Processing
- download von <https://www.arduino.cc/>
- einfach zu installieren und zu nutzen (click and run)
- C/C++ - Dialekt, gcc als Compiler
- unendlich viel und für alles und jedes (hard- und software):
 - Bibliotheken
 - Beispielprogramme
 - Anleitungen
 - ...
- Lernsoftware – Tutorials
- Dokumentationen, Bücher

kompilieren

kompilieren und download zum Arduino über USB

Programmcode (C/C++ - Dialekt)

Compilermitteilungen (z.B. Fehler)



Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 13



Arduino - die Basis - Software

Arduino-IDE (Entwicklungsumgebung)

- plattformunabhängige Java-Anwendung
- Freeware, quelloffen
- basiert auf der IDE von Processing
- download von <https://www.arduino.cc/>
- einfach zu installieren und zu nutzen (click and run)
- C/C++ - Dialekt, gcc als Compiler

kompilieren

kompilieren und download zum Arduino über USB

Programmcode (C/C++ - Dialekt)

Compilermitteilungen (z.B. Fehler)



```

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);           // wait for a second
}
    
```

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 14



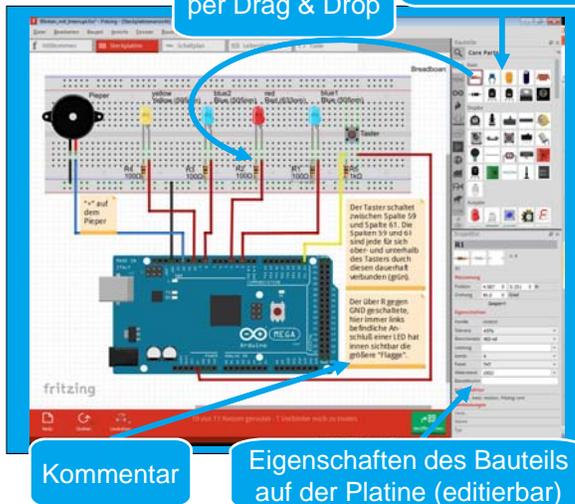
Arduino - die Basis - Software

fritzing (CAD – Entwurf elektronischer Schaltungen am PC)

Bauteilkatalog

per Drag & Drop

- Freeware
- Entwicklung: Fachhochschule Potsdam
- download von <http://fritzing.org/>
- einfach zu installieren und zu nutzen (click and run)
- Bauteile:
 - umfangreicher Katalog
 - Web nahezu unerschöpfliche Quelle
 - Eigenentwicklung möglich
- nutzbar für:
 - grafische Dokumentation
 - Schaltplan
 - Leiterkartenentwurf



Schülerpraktikum - Arbeitsplatz

2 gleichartige Schülerarbeitsplätze im Rechenzentrum:

Bauteile (Praktikumssatz)

Dokumentationen

Multimeter, Messschnüre

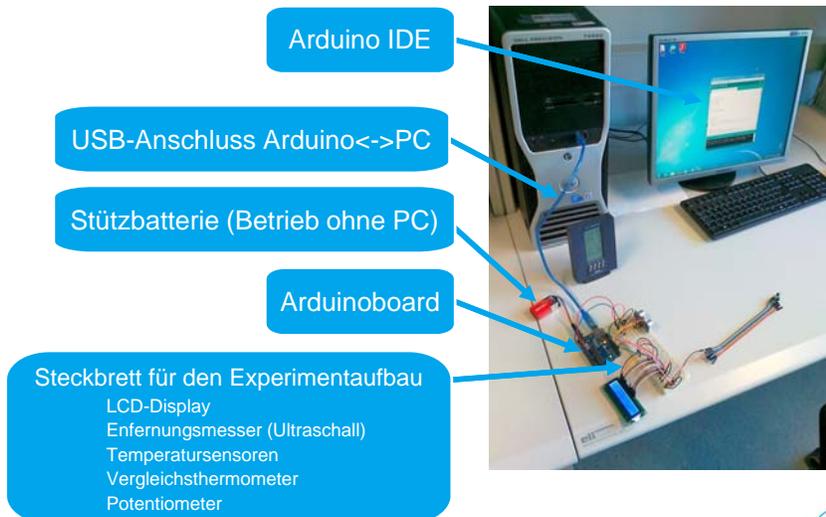
normaler Windows-PC (Windows 7)

Stromversorgung für den Betrieb des Versuches ohne PC



Schülerpraktikum - Arbeitsplatz

Einzelarbeitsplatz



Arduino IDE

USB-Anschluss Arduino<->PC

Stützbatterie (Betrieb ohne PC)

Arduinoboard

Steckbrett für den Experimentaufbau

LCD-Display
 Entfernungsmesser (Ultraschall)
 Temperatursensoren
 Vergleichsthermometer
 Potentiometer

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 17



Schülerpraktikum - Ausstattung

Praktikumssatz - hardware

Inhalt:

- 1x UNO R3 Mikrocontroller-Board (Arduino-kompatibel)
- 1x USB-Kabel für Arduino Mikrocontrollerboards
- 1x großes Breadboard mit 830 Steckplätzen
- 65 Stück Breadboard Kabel
- 10 Stück Breadboardkabel weiblich/weiblich
- 1x 9V Batterieklemme zum Anschluss von 9V Blocks
- 1x Ultraschallsensor HC-SR04
- 1x Bewegungsmelder HC-SR501
- 1x Temperatursensor TMP36GT9Z
- 1x Fotowiderstand 1K Ohm (Helligkeitssensor)
- 1x Drehpotentiometer
- 1x Servo
- 4x Taster 12mmx12mm
- 1x Piezo Speaker / Lautsprecher
- 1x Infrarot Empfänger
- 1x Infrarot Sender (LED)
- 1x LCD Modul "1602" mit blauer Beleuchtung
- 1x RGB LED (Mehrfarbige Leuchtdiode)
- Je 20 Stück LED Blau, Rot, Grün, Gelb, Weiß
- Je 20 Stück Widerstände 100, 200, 330, 1K Ohm, 10K Ohm
- 1x Diode (1N4001)
- 1x Transistor [TIP120]
- 1x Relaiskarte für Arduino
- 1x Infrarot Fernbedienung
- 1x Feuchtigkeitssensor
- 1x Tropfsensor
- 1x Schrittmotor mit Treiber-Platine (ULN2003)
- 1x RFID Kit mit zwei RFID-Tags (Sender als Chipkarte und Schlüsselanhänger)



Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 18



Schülerpraktikum - Ausstattung

Tutorial (funduino.de)

- Nr. 1 blinkende LED
- Nr. 2 Wechselblinker
- Nr. 3 Licht + Ton
- Nr. 4 Pulsierende LED
- Nr. 5 Tastendruck
- Nr. 6 Fotowiderstand
- Nr. 7 Drehregler
- Nr. 8 Bewegungsmelder
- Nr. 9 Temperatur
- Nr.10 Entfernung/Rückfahrwarner
- Nr.11 Fernbedienung
- Nr.12 Servo ansteuern
- Nr.13 LCD Display
- Nr.14 Keypad Shield
- Nr.15 Relaiskarte
- Nr.16 Schrittmotor
- Nr.17 Feuchtigkeitssensor
- Nr.18 Tropfsensor
- Nr.19 RFID
- Nr.20 LCD mit I2C
- Nr.21 RGB LED

Code (cut and paste)

```

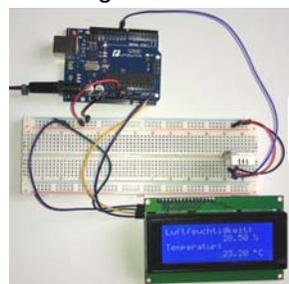
void setup()
{
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(7, HIGH);
  digitalWrite(8, LOW);
  delay(1000);
  digitalWrite(7, LOW);
  digitalWrite(8, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(7, LOW);
  digitalWrite(8, LOW);
}
    
```



Schülerpraktikum - Versuche

Der fertige Versuch



Aufbau

Programm

Versuch

Entwurf

```

#ARDUINO|Arduino 1.8.7
Datei Ergebenheit Sketch Werkzeuge Hilfe

arduino_000

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Speed to type in characters
  digitalWrite(13, HIGH); // initialize the led for 20 chars 4 lines, turn on led
}

void loop() {
  // Wait a few seconds between measurements.
  delay(2000);

  // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
  // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
  float h = DHT.readHumidity();
  // Read temperature as Celsius (the default)
  float t = DHT.readTemperature();

  // Check if any reads failed and exit early (to try again).
  if (isnan(h) || isnan(t)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    return;
  }

  // DHT11: Cursor Positions: Lines and Characters start at 0
  Serial.print(" ");
  Serial.print("Luftfeuchtigkeit:");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %");
  Serial.print(" ");
  Serial.print("Temperatur:");
  Serial.print(t);
  Serial.print(" °C");
  Serial.print(" ");
}
    
```



Schülerpraktikum - Versuche

3 Praktikumsstränge sind entwickelt und getestet

1. Licht

- LED blinken, mehrere LEDs blinken
- abhängiges Blinken (Baustellenampel, Verkehrsampel, ...)
- Ton, Taster (Prellen, Interlock), IR-Fernbedienung
- LED-Leiste (Leistung treiben, Einzel- oder Gruppenansteuerung)

2. Temperatur

- analoge Messung / digitale Messung (Unterschied, Vorteil, Nachteil der Messarten)
- digitale Messung Temperatur und Luftfeuchtigkeit über Bus (I2C)
- Anzeige auf LCD ohne/mit I2C-Bus, Sonderzeichen (ANSI, z.B. °C), formatierte Ausgabe

3. Datum / Uhrzeit

- Zeitzeichen DCF77 verstehen
- Anzeige auf LCD ohne/mit I2C-Bus
- formatierte Ausgabe

Zukunft:

- wired / wireless abhängiges Steuern verschiedener Ampel (zu 1)
- Daten sammeln und grafisch darstellen (zu 2)
- wired / wireless Datenübertragung auf einen andere Arduino (zu 2 und 3)

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 21



Erfahrungen - Praktikum

Erfahrungen

1. Aufwand

- 5 (2015) und 6 (2016) Schüler im Praktikum
- Aufwand für DESY-Mitarbeiter beim Einarbeiten, ab dann wie üblich; Vertretung möglich
- Tutorial, Lernmittel, Dokumentationen, Beispiele usw. sind vorhanden.
- Hard- und Software ist kostenfrei oder sehr preiswert (in Summe ca. 210,00 €).
- Großer Erfahrungsschatz im DESY Zeuthen vorhanden (Arduino, Elektronik, Software).

2. Schüler

- wird gut angenommen, auch, da Erfolge sich schnell einstellen und gut sichtbar sind
- gut anpassbar an das vorhandene Wissen, auch wenn es gering ist
- Versuch und Irrtum (trial and error) fähig
- gut skalierbar bei bedächtig oder schneller Arbeit des Schülers
- vorhandenes Tutorial und das Web ermöglichen weitgehend selbstständiges Arbeiten
- CAD-Software ermöglicht eine ansehnliche Dokumentation

3. Arduino

- Alles Benötigte (Hard- und Software) ist komplett da, keine Einzelbeschaffung.
- Hard- und Software ist robust und verzeiht Fehler.
- Keine Arbeitssicherheitsprobleme, da Spannungsversorgung über USB (5V DC), Steckernetzteil (9V DC) oder Netzteil (20V DC)...

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 22



Erfahrungen - Arduino - mehr als Basteln

Arduino – mehr als Basteln

1. Druckmessung SF6 bei PITZ
(Winfried Köhler, Lutz Jachmann)

Ein Drucksensor befindet sich im Pitz Tunnel in der Nähe der Gun.

Dessen Stromsignal wird von einem Arduino Uno digitalisiert und auf einem LCD dargestellt.

Zusätzlich wird ein digitaler Ausgang des Arduino als 14bit PWM Ausgang (Pulsweitenmodulation) benutzt und liefert nach einem RC Filter ein analoges Ausgangssignal 0..5V, welches in DOOCS zur Verfügung steht.



Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 23



Erfahrungen - Arduino - mehr als Basteln

Arduino – mehr als Basteln

2. kalorimetrische Messung bei PITZ
(Winfried Köhler, Lutz Jachmann)

Zwei digitale Temperatursensoren liefern ein Pulstelegramm, das den Temperaturwert mit einer Genauigkeit von 0.1°C enthält. Beide Sensoren werden von einem Arduino Uno ausgelesen und in °C umgerechnet. Zusätzlich sendet ein Wasserdurchflussmesser ein Stromsignal an den Arduino, das von einem analogen Eingang erfasst wird und in l/min umgerechnet wird.

Der Aufbau enthält ein Display und zwei Tasten, so dass mit einem Menü noch Pulswiederholrate und Pulslänge des HF Pulses eingegeben werden können.

Daraus und aus der Differenz der Temperaturwerte, dem Durchfluss, der Reprate und der Pulslänge wird die im HF Dummy Load umgesetzte Leistung berechnet und in MW und dBm angezeigt.



Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 24

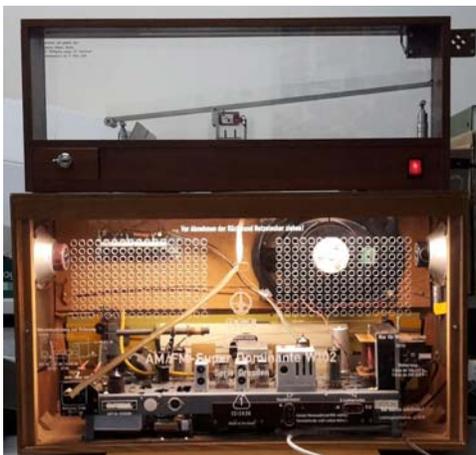
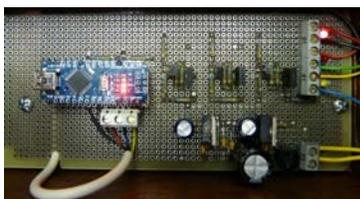


Erfahrungen - Arduino - mehr als Basteln

Arduino – mehr als Basteln

3. Radioausstellung Friedersdorf (MOL) (Wolfgang Lange)

Ein Arduino Nano steuert die Licht- und Töneffekte eines alten Röhrenradios, das zum Spendensammeln auf einer Radioausstellung in Friedersdorf (MOL) dient.



Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 25



Schülerpraktikum - 3 Beispiele

Beispiele - Vorführung:

1. Licht und Leistung

- Bagrat Petrosyan
- Arduino Uno / Arduino Mega
- LED-Leiste, RGB, dimmbar, separate Ansteuerung jeder einzelnen LED in der LED-Leiste
- Schalten mittels IR-Fernbedienung

2. DCF77 - Empfang des Zeitzeichensender

- Wolfgang Lange - Schülerprojekt aus Frankfurt/Oder
- Arduino Uno
- Darstellung Datum und Uhrzeit auf einem 4-zeiligen LCD-Display
- Verstehen des DCF77-Signals

3. Wetterstation

- Bert Schöneich
- Arduino Nano
- Messung Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck
- Darstellung auf einem 4-zeiligen LCD-Display (mit Datum und Uhrzeit, DCF77-gesteuert)

4. Programmierung eines Arduino Nano

- Bert Schöneich

Bert Schöneich | Der Einsatz eines Arduino-Mikrocontrollers im Schülerpraktikum | Zeuthen 2016 | Seite 26



Schluss - Dank

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit

und bei den Mitarbeiter des DESY Zeuthen

Christine Joithe, Simone Wassberg und Markus Schade

für die Hilfe bei der Beschaffung der ersten Hardware unter Zeitdruck

und

Patrick Rüger, Kay Leffhalm und Bagrat Petrosyan

für die Unterstützung bei der Betreuung der Schüler.

