



# Messen mit dem Arduino

Dr. Ralf Schlatterbeck  
Open Source Consulting

Email: [office@runtux.com](mailto:office@runtux.com)  
Web: <http://www.runtux.com>  
Tel. +43/650/621 40 17



## Contents

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Arduino: What is it               | 3  |
| Projekt                           | 5  |
| Serielle R-C Kondensator Spannung | 6  |
| Erster Ansatz: Aufladen           | 7  |
| Aufladen: Schaltung               | 8  |
| Aufladen: Algorithmus             | 9  |
| Zweiter Ansatz: Schwingung        | 10 |
| NE555 Astabiler Mode              | 11 |
| Frequenzmessung: Algorithmus      | 12 |
| Beides in einer Schaltung         | 13 |

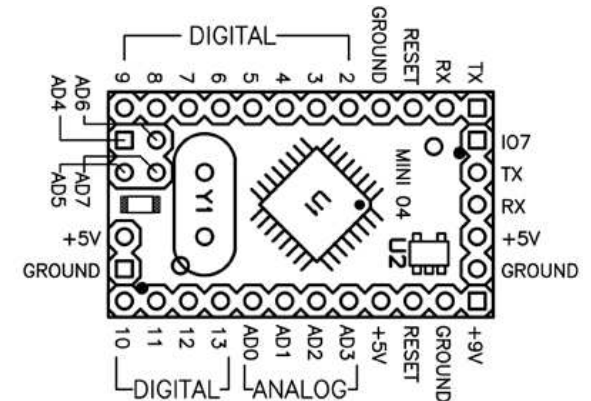


## Arduino: What is it

- Open Source Hardware Project, several variants
- GNU C++ compiler toolchain for all major platforms
- Atmel Microcontroller(s) with lots of I/O
- digital and analog inputs
- digital and analog (**PWM**) outputs
- Digital outputs 5V, 0V or high impedance (input)
- Digital inputs support optional pull-up resistor
- Serial line with (optional) USB-to-serial converter
- two-wire bus (I<sup>2</sup>C)
- Frequency counter
- and probably more



## Arduino Mini



Quelle: [arduino.cc](http://arduino.cc)

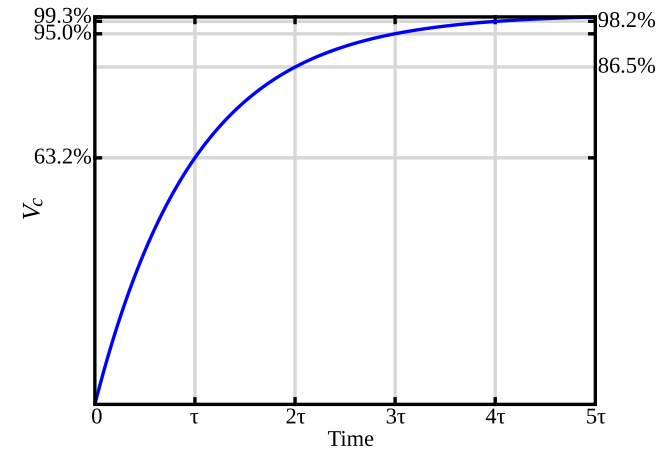


## Projekt

- Kleines Hardware-Projekt
- das vielleicht zu eigenen Experimenten anregt
- dass Softwerker ein bisschen Hardware machen
- ... oder Hardwerker ein bisschen Software
- Projektziel: Messen von Kapazitäten von pF bis  $\mu\text{F}$
- Einfache Breadboard Schaltung
- ... und einfache Software
- Source Code [rsc-arduino.sourceforge.net](http://rsc-arduino.sourceforge.net)



## Serielle R-C Kondensator Spannung



Quelle: [Wikimedia](#)

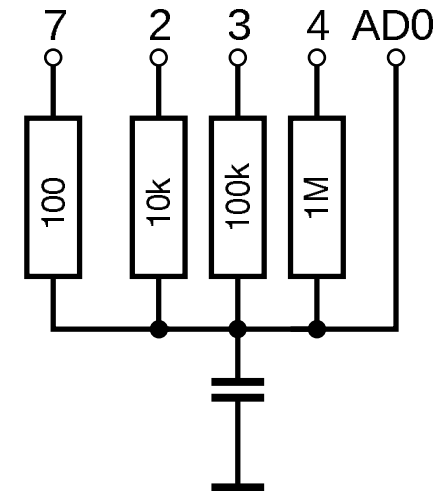


## Erster Ansatz: Aufladen

- Serienschaltung aus Kondensator und Widerstand
  - Zeitkonstante  $\tau = R \cdot C$
  - $R$  in Ohm ( $\Omega$ ),  $C$  in Farad (F),  $\tau$  in Sekunden (s)
  - Mit Widerständen von  $10\text{k}\Omega$  bis  $1\text{M}\Omega$
  - ... erreichen wir Kapazitäten von  $10\text{nF}$  bis  $1000\mu\text{F}$
  - ... bei Zeiten von 0.01 bis 10 Sekunden
  - Arduino Timer Auflösung: 1 ms
  - 3 Widerstände  $10\text{k}\Omega$ ,  $100\text{k}\Omega$ ,  $1\text{M}\Omega$
  - Arduino Analog-Eingang: 0-5V, 1023 Stufen
- $63.2\% \equiv 648$
- Zuerst von Paul Badger 2008 für Arduino



## Aufladen: Schaltung





## Aufladen: Algorithmus

- Wir fangen mit kleinstem Widerstand an
- Widerstand entladen (über kleinen Widerstand)
- Warten bis Spannung am Widerstand fast 0
- Zeit nehmen
- Widerstand laden und warten bis 63.2% erreicht
- Zeit nehmen und Differenz  $\tau$  bilden
- Falls Zeit zu kurz ( $< 100$  Ticks) bei entladen mit nächstem Widerstand fortfahren, falls kein Widerstand mehr möglich Fehlermeldung „zu klein“ wenn  $\leq 1$  Tick.
- Ausgeben:  $C = \frac{\tau}{R}$

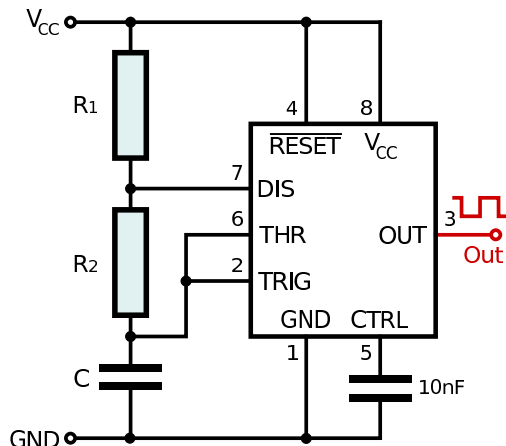


## Zweiter Ansatz: Schwingung

- Erster Ansatz erst ab 10nF
- Kleinere Kapazitäten?
- Wir erzeugen eine Schwingung und messen die Frequenz
- NE 555 hat einen „astabilen“ Mode
- Zwei Widerstände und ein Kondensator bestimmen die Frequenz
- Wir nehmen  $R_1 = R_2 = 1M\Omega$
- Wir messen die Frequenz und rechnen  $C$  aus
- NE555 bei Conrad 0.28 €



## NE555 Astabiler Mode



Quelle: [Wikimedia](#)



## Frequenzmessung: Algorithmus

$$f = \frac{1}{\ln(2) \cdot C \cdot (R_1 + 2 \cdot R_2)}$$

$$C = \frac{1}{\ln(2) \cdot f \cdot 3R}$$

- $R_1 = R_2 = 1M\Omega$
- Ausgang von NE555 an digital input PIN 5
- Frequenzzähler mit Torzeit 1000 ms starten
- Sobald fertig gezählt Frequenz auslesen
- In skalierte Formel einsetzen, falls  $> 1000$  in nF ausgeben, sonst pF



## Beides in einer Schaltung

- Wir lassen einfach beide Algorithmen nacheinander laufen
- Und spendieren uns noch zwei Einschalter
- digital Input PIN 10 für hohe Kapazitäten
- digital Input PIN 11 für niedrige Kapazitäten
- Die jeweilige Messroutine wird aufgerufen wenn der jeweilige PIN auf 0V liegt
  
- Source Code [rsc-arduino.sourceforge.net](http://rsc-arduino.sourceforge.net)