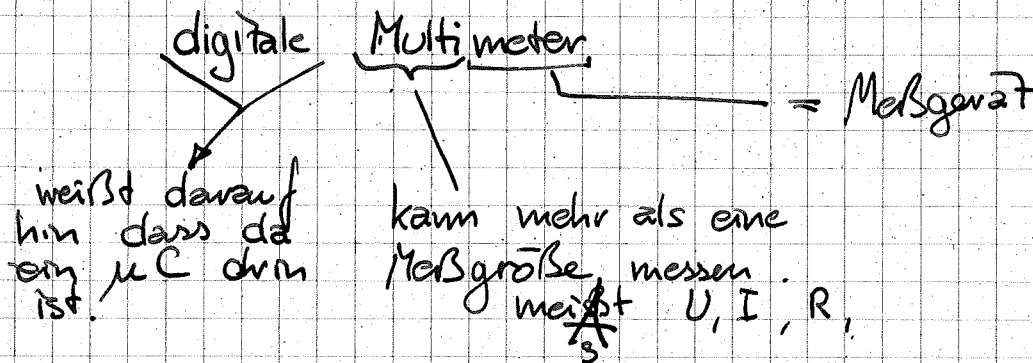


# Voltmeter <sup>einem</sup> mit dem $\mu C$

Ein Voltmeter (Spannungsmessgerät) gibt es nur noch für Spezialfälle, Hochspannung, kleinstspannungen, und was weiß ich für spannungen.

Im täglichen Gebrauch verwenden wir DMMs



## Was ist, macht der $\mu C$ Microcontroller ?

ein  $\mu C$  kann rechnen (mindestens addieren, subtrahieren)

- (Eingaben) lesen und schreiben (Ausgabe)  
(sonst ist es eher langweilig)

- springen. Ein Programm ist eine Liste von Befehlen die der  $\mu C$  der Reihe nach bearbeitet ... ausser er springt über ein paar Zeilen

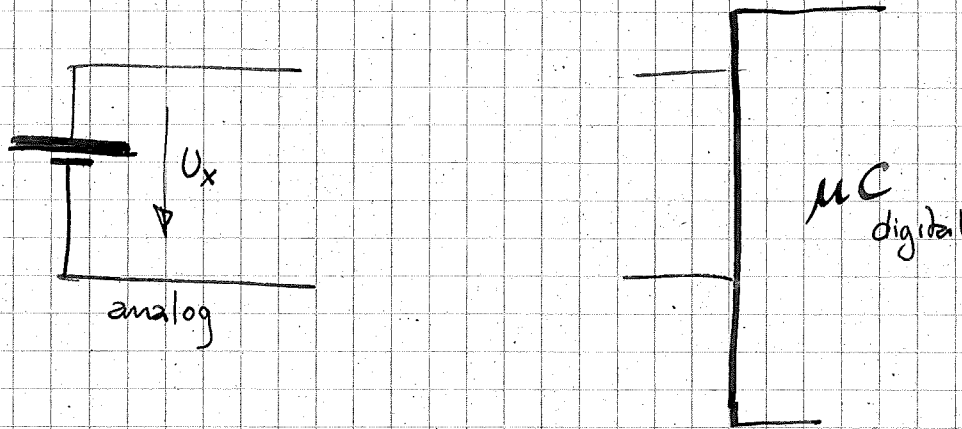
- Sprünge können unbedingt sein oder von der davor durchgeführten Berechnung abhängen.  
Ergebnis

- interne Zustände ändern: Interrupt enable/dis.

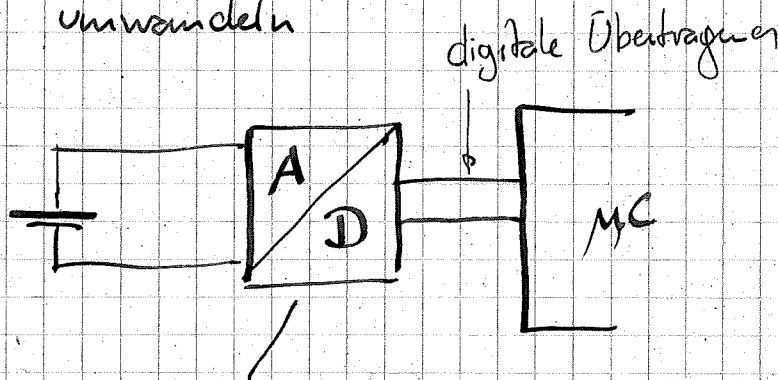
# Messung

Die Spannung die wir messen ist analog

Der  $\mu C$  ist digital



dann mit dem  $\mu C$  den Wert lesen kann  
mit dem Wert rechnen kann müssen  
wir den analogen Wert in einen digitalen  
umwandeln



Analog-Digital-Wandler ADC

ADC ...

im  $\mu C$  auf dem Arduino ist ein 10bit ADC  
 am ESP32 ist ein 12bit ADC (glaube ich)  
 am PSOC ist ein ... 12bit (glaube ich)  
 und ein 20bit ADC

bit (te) was bedeutet das ?

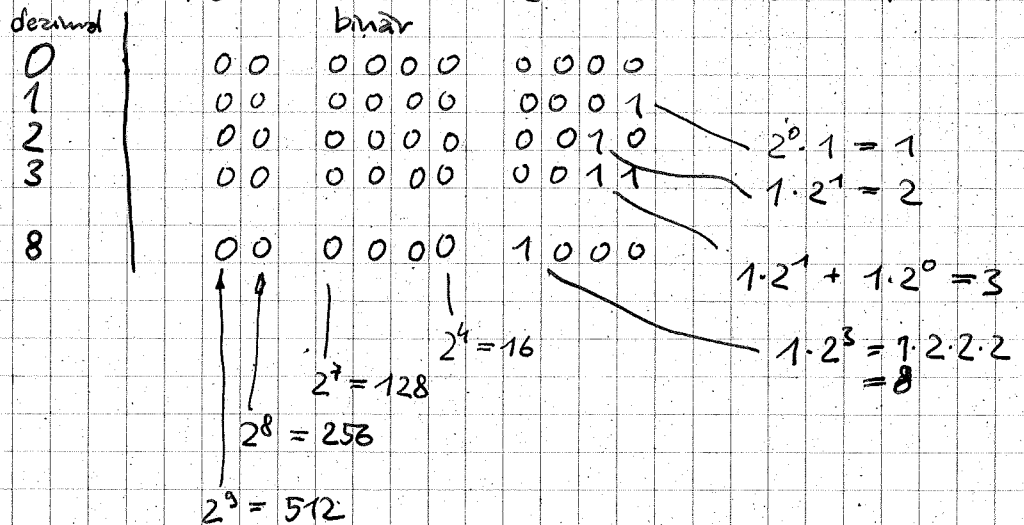
der arduino hat 6 Analogengänge  
 man kann an diesen Spannungen  
 (in der Standardeinstellung) zwischen 0 und 5V  
 anlegen.

im Programm kann man den Wert einlesen

mit `a = analogRead(A0);`

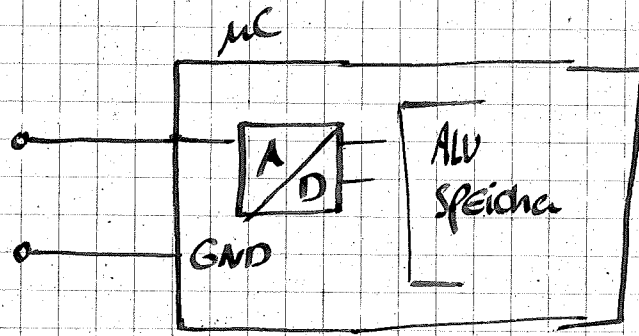
je nach angelegter Spannung hat die  
 Variable 'a' dann einen Wert zwischen  
 0 und 1023

mit 10bit kann man bis 1023 zählen.



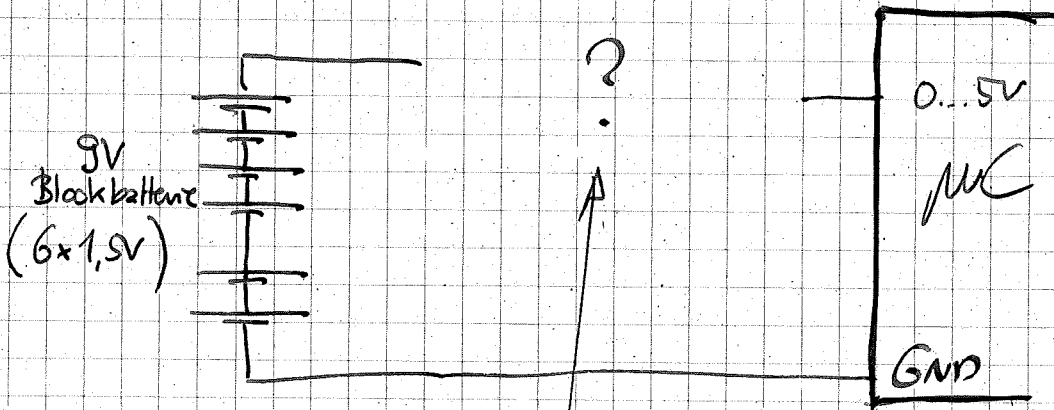
$$512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 1023$$

SEE  $\rightarrow$  binary



unser 0 bis 5V Spannungsmessgerät!

Wie misst man höhere Spannungen?



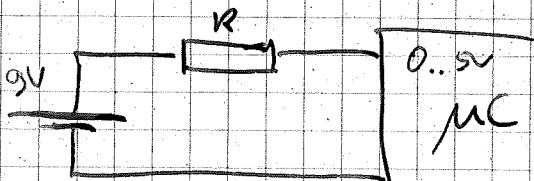
The simplest thing that possibly could do...

(Nixton reicht nicht aus)  
~~Nichts haben wir~~

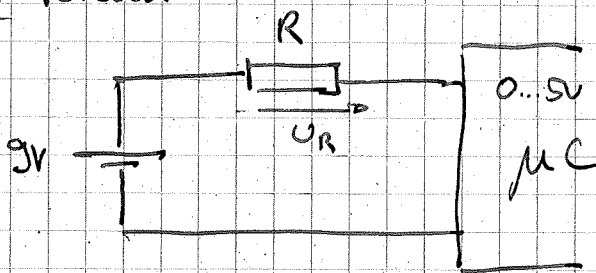
① Durch das Nichts können wir keine Spannung messen

② Das nächst Einfache ... ein Kabel geht nicht weil die 9V zu hoch sind

③ Etwas komplexer ... ein Widerstand



3ter Versuch



laut Ohm  $U_R = I_R \cdot R$

Wie hoch?

wie groß ist  $I_R$  ?

die meisten ICs sind in CMOS-Technologie

die Eingänge sind sehr hochohmig

das bedeutet  $I_R$  ist sehr klein  
eigentlich  $\emptyset$

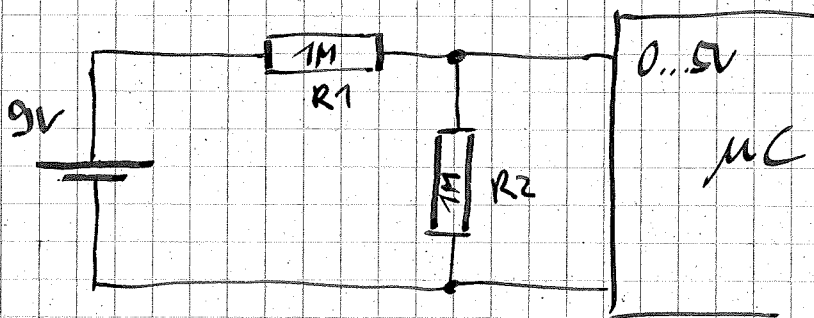
denn ist  $U_R$  auch  $\emptyset$

4ter Versuch

Kondensatoren sind schwierig und Spulen super schw.  
also weiter einfach bleiben (probieren)

wenn ein Widerstand nicht genügt ...

USE TWO



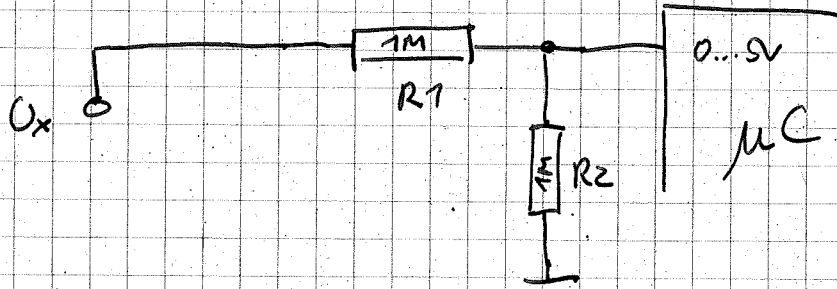
ein Spannungsteiler ... weil der  $\mu C$  sehr hoch ohmig ist

ein unbelasteter  
Spannungsteiler

**HURRAH!**

kurze? ... Wie machen wir die  
Umschaltung vom 5V zum 10V Bereich

... ich möchte ein autovorgang Voltmeter?

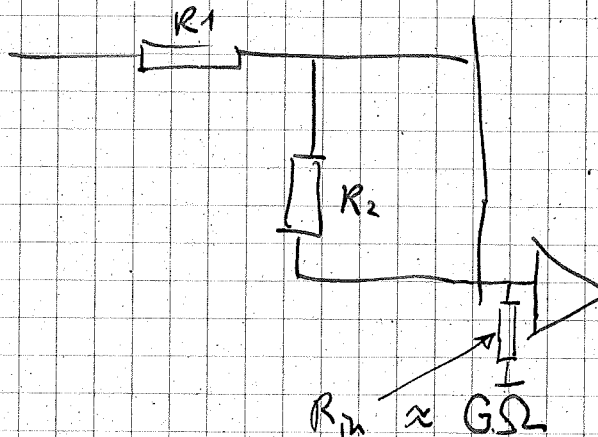


R2 hängt mit dem unteren Anschluß  
auf GND

GND ~~ist~~ ist der digitale Pegel  $\emptyset$

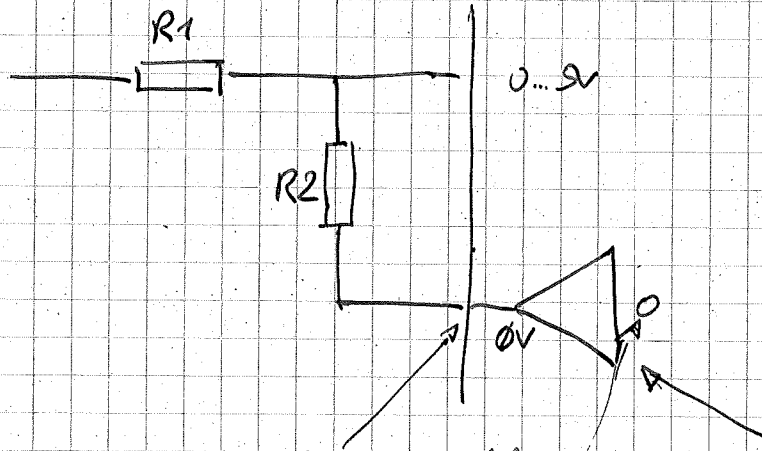
das bedeutet wir können R2 am  $\mu C$   
an einen Anschluß hängen.

Wenn der Anschluß als digitaler Eingang  
konfiguriert ist ist er sehr hochohmig



dann fließt kein Strom in den Eingang  
deshalb keiner durch R2 und keiner durch  
R1 und deshalb ist  $U_{R1} = \emptyset$





Wenn wir den Anschluß als Ausgang konfigurieren und eine  $\emptyset$  ausgehen fließt Strom in den Ausgang hinein (klingt komisch, ist) aber so

dass Strom fließt durch R2 und R1 und Herr Ohm meint da fällt dann etwas Spannung ab (von uns? von ihm?)

d.h. wir haben zwei Bereiche

0...5V

0...90V

und wenn wir noch einen wollen brauchen wir noch einen Anschluß und einen Widerstand.

für einen 0...1V Bereich ... braucht es entweder einen Verstärker oder es geht mit einer anderen Referenzspannung für den ADC

arduino Programm

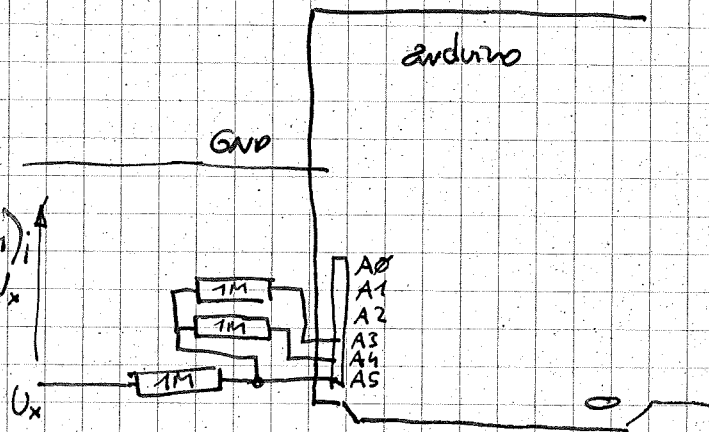
- die Ausgabe machen wir zum PC hin über die USB / Serielle Verbindung

```

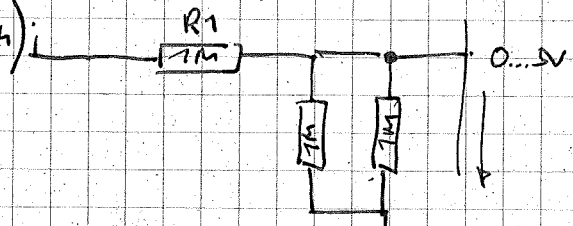
void setup() {
  Serial.begin(9600); // in der IDE den Serial Monitor (im Tools Menu) öffnen
}

void loop() {
  pinMode(A3, OUTPUT); // 0..15V Bereich
  pinMode(A4, OUTPUT);
  digitalWrite(A3, 0);
  digitalWrite(A4, 0);

  int v = analogRead(A5);
  if (v > 700) {
    Serial.print(v * 15.0 / 1024);
    Serial.println(" V");
    delay(300);
    return;
  }
  // 10V Bereich
  pinMode(A3, INPUT);
  v = analogRead(A5);
  if (v > 700) {
    Serial.print(v * 10.0 / 1024);
    Serial.println(" V");
    delay(300);
    return;
  }
  // 0..5V Bereich
  pinMode(A4, INPUT);
  v = analogRead(A5);
  Serial.print(v * 5.0 / 1024);
  Serial.println(" V");
  delay(300);
}
    
```



wenn A3 und A4 output mit Low sind, haben wir folgende Schaltung



wenn über die 2 // 1M 5V abfällt fallen am R1 10V ab (weil der selbe Strom durchfließt)

Dieses Programm ~~ist nicht getestet und~~ verströmt CODE Smells ist aber so leicht zum hinschreiben. Man kann das delay(300) nach vor dem ersten analogRead machen, dann befindet sich das Voltmeter meistens im unempfindlichsten Bereich und wir sparen uns 2 Zeilen ... siehe ...