



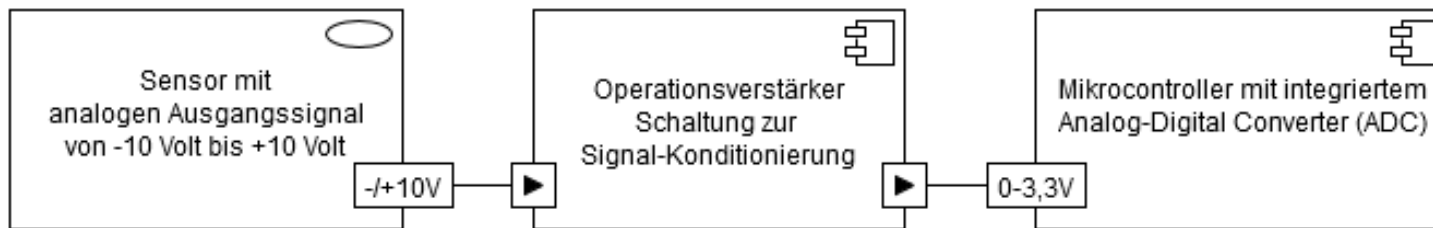
# EINFACHE SIGNALKONDITIONIERUNG


DAS MESSIGNAL WIRD PASSEND GEMACHT

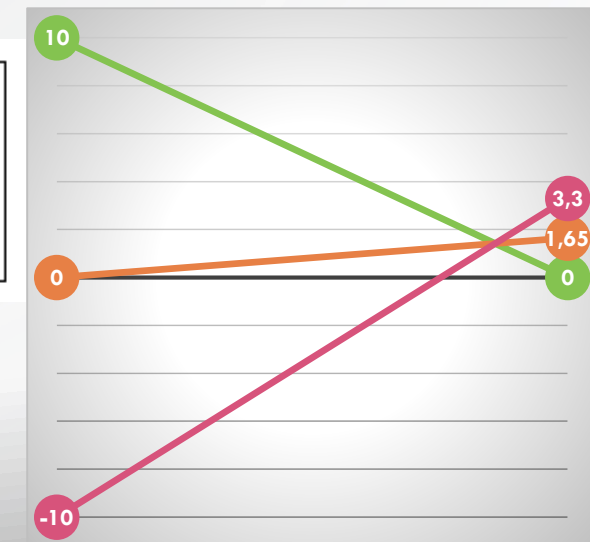
[www.david-th.de](http://www.david-th.de)

# MOTIVATION

- Viele (ältere) Sensoren stellen nur ein analoges Ausgangssignal von -10 Volt bis +10 Volt zur Verfügung.
- Die meisten Mikrocontroller arbeiten nur bei +3,3 Volt und haben einen ADC.
- Zur Verwendung der Sensoren ist eine einfache Signal-Konditionierung notwendig.



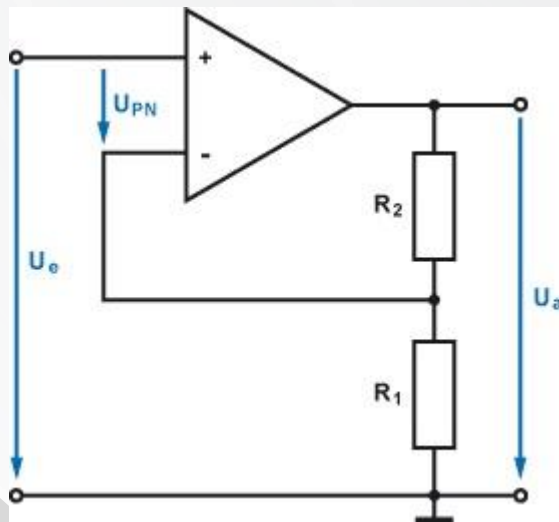
 Direkter Anschluss nicht möglich!



# GRUNDLAGEN

## Grundschtung:

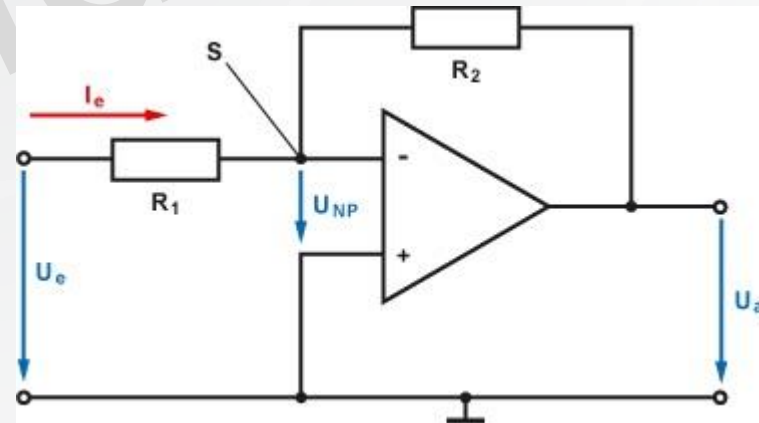
Nicht-Invertierender Operationsverstärker



$$U_a = 1 + \frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$$

## Grundschtung:

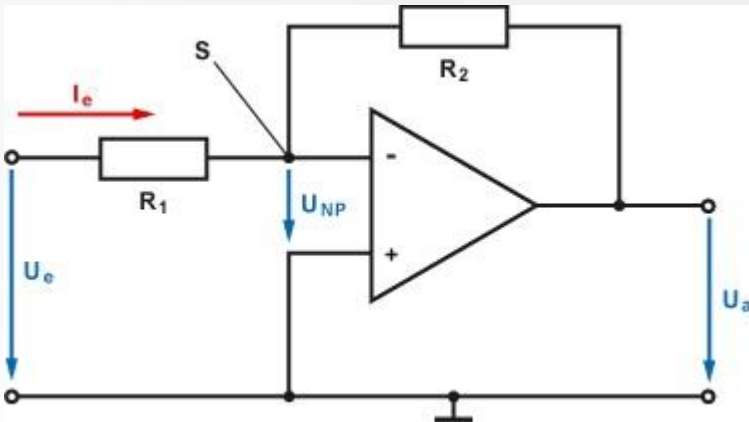
Invertierender Operationsverstärker



$$U_a = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$$

# SCHALTUNGSKONZEPT

Grundschtung:  
Invertierender Operationsverstärker (OPV)

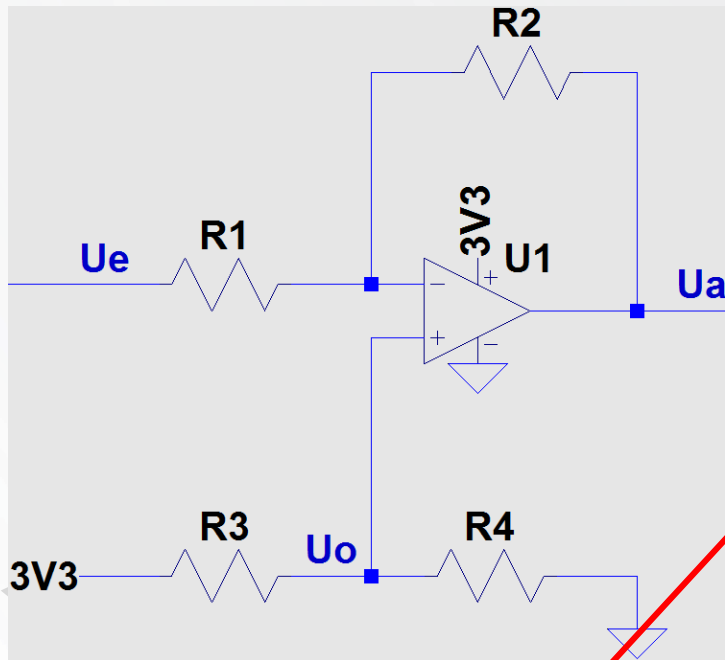


$$U_a = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$$

- Verstärkung von  $<1$  mit invertierendem OPV möglich.
- $U_{NP}$  ist immer 0 Volt.
- Positives Offset mit Spannungsteiler am nicht-invertierenden Eingang (+) negative Eingangsspannung „anzuheben“.

# BERECHNUNG

Invertierender OPV mit Offset



$$U_a = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$$

- $A = \frac{U_{a,H} - U_{a,L}}{U_{e,H} - U_{e,L}} = \frac{3,3V - 0V}{+10V - (-10V)} = 0,165$

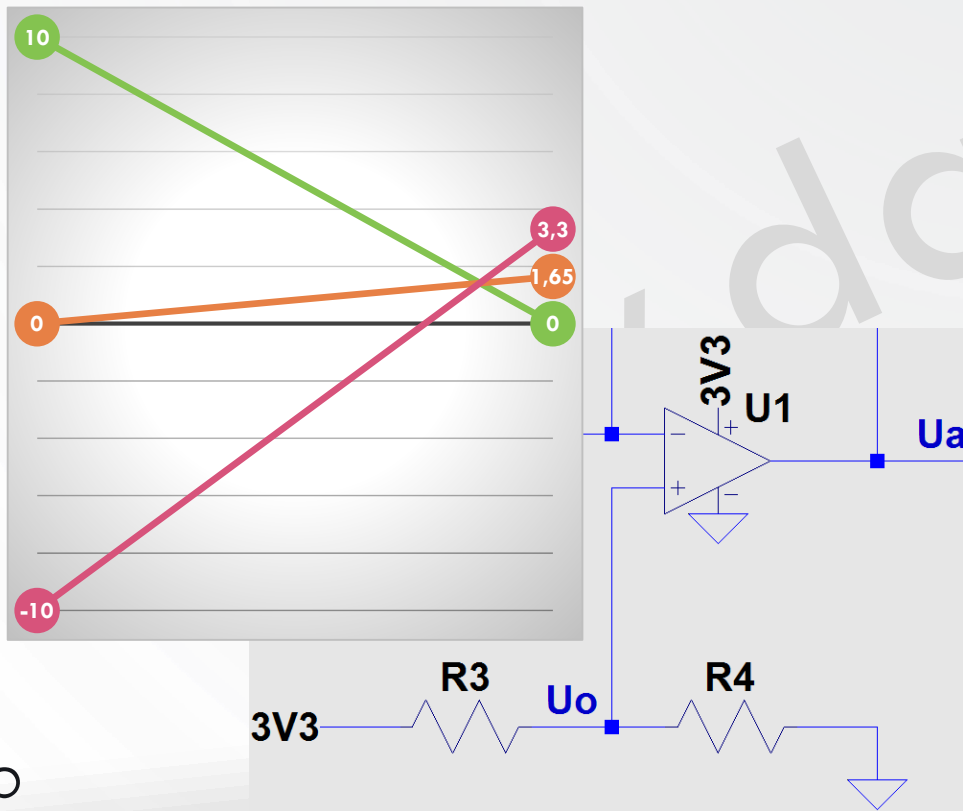
- $A = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1$  gewählt,  $R_2$  berechnet  
 $\Rightarrow R_2 = 0,165 \cdot 100k\Omega = 16,5k\Omega$

- Offset im nicht-invertierenden Pfad ( $U_e = 0V$ ):  
 $\Rightarrow 1 + A = 1,165$

$$U_a = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot U_o$$

# BERECHNUNG

Spannungsteiler zum nicht-invertiertem Offset



- Offset im nicht-invertierenden Pfad ( $U_e=0V$ ):

$$\Rightarrow 1 + A = 1,165$$

- Spannungsteiler R3, R4 berechnen:

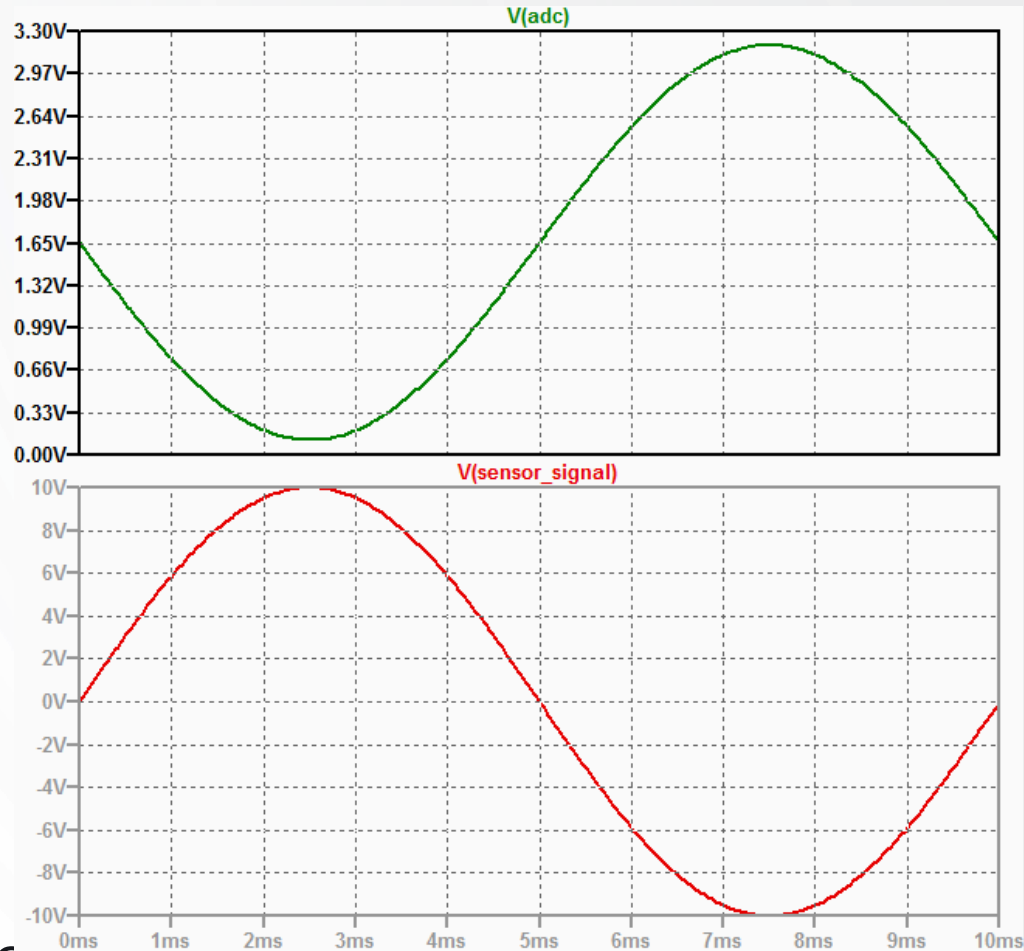
$$U_a = \frac{3,3V}{2} = 1,65V \Rightarrow U_o = \frac{U_a}{1+A} = 1,42V$$

- R4 gewählt, R3 berechnet:

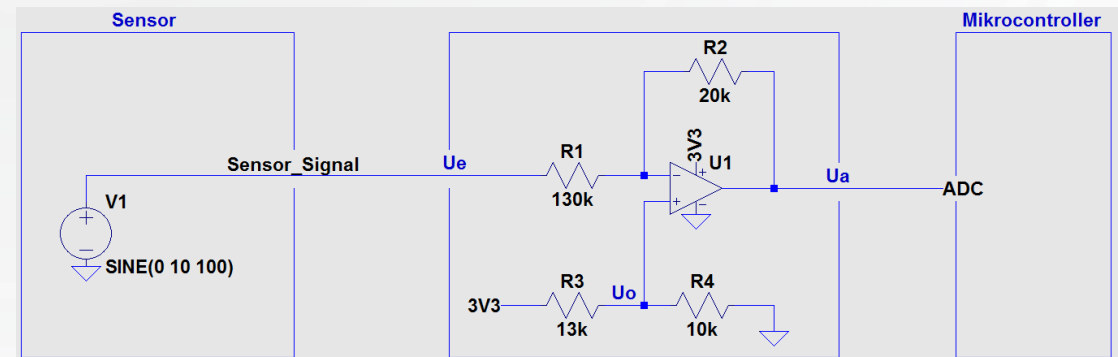
$$U_o = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot 3,3V \Rightarrow R_3 = \frac{3,3V \cdot R_4}{U_o} - R_4$$

$$\Rightarrow R_3 = \frac{3,3V \cdot 10k\Omega}{1,42V} - 10k\Omega = 13,3k\Omega$$

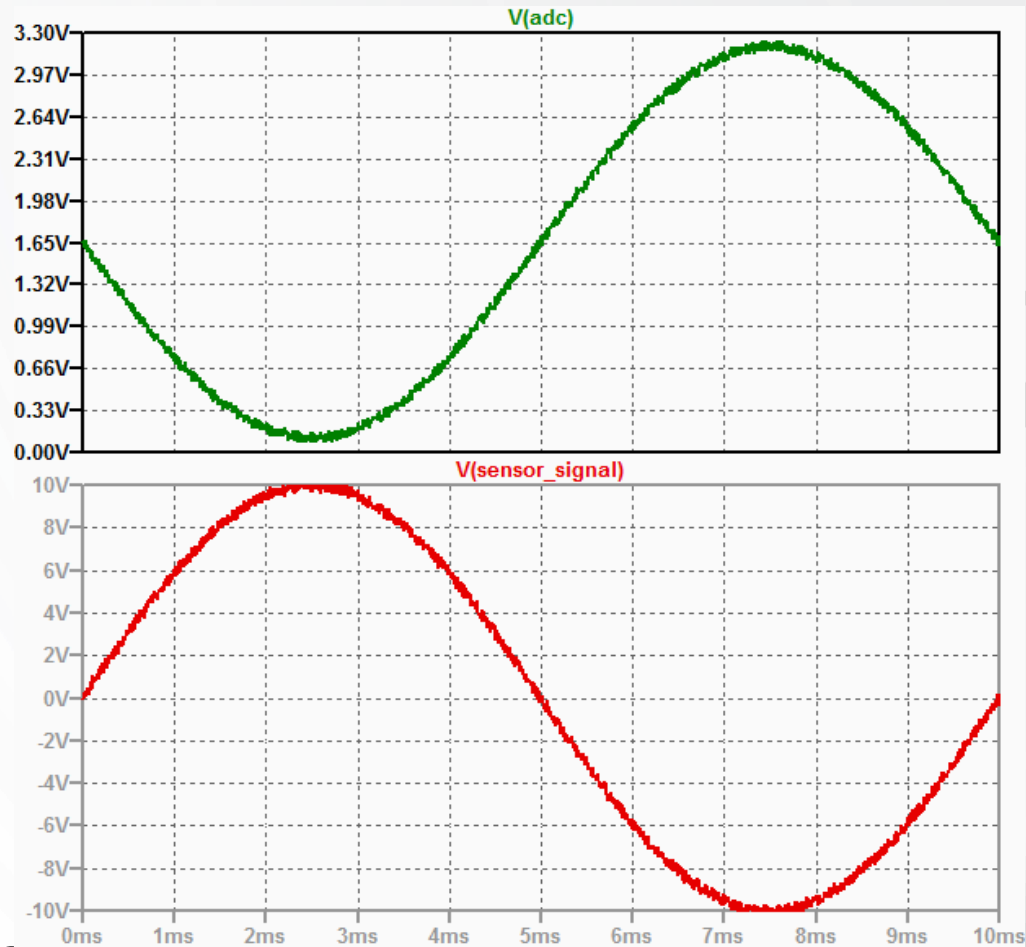
# SIMULATION



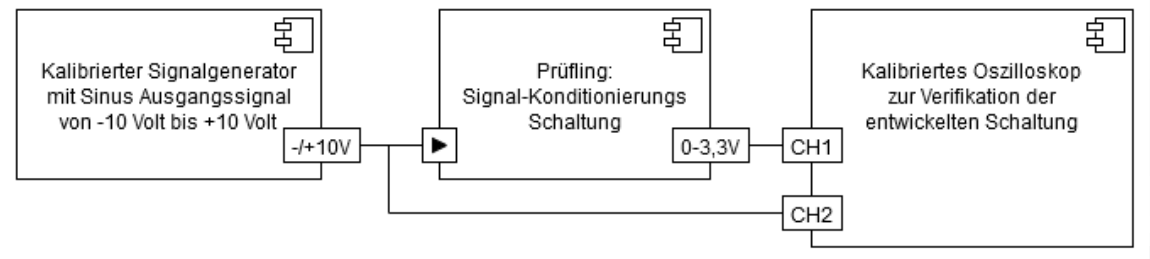
- Anpassung der Widerstandswerte an E24-Reihe
- V(ADC) mit Reserve für reale Bauteile und deren Einschränkungen



# INBETRIEBNAHME & TEST



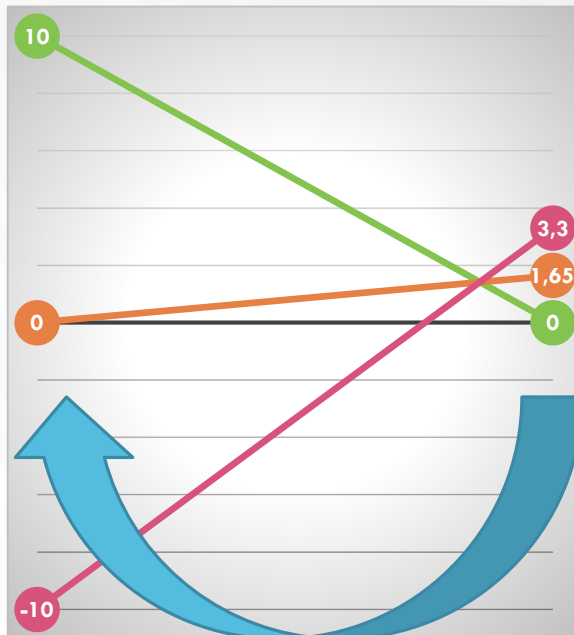
- Testplan entwickeln und vorbereiten
- Testprotokoll zur exakten Nachvollziehbarkeit des Ergebnisses





# VERARBEITUNG

Berechnen der ursprünglichen Messwerte



- Vorzeichenwechsel bei Messwerten um Invertierung zu kompensieren.
- Formelumbau für Zurückrechnen möglich, aber Bauteiltoleranzen usw. erfordern Kalibrierung.
- Mit Signalgenerator Signal anlegen und aufgenommene Werte für Kalibrierung verwenden.

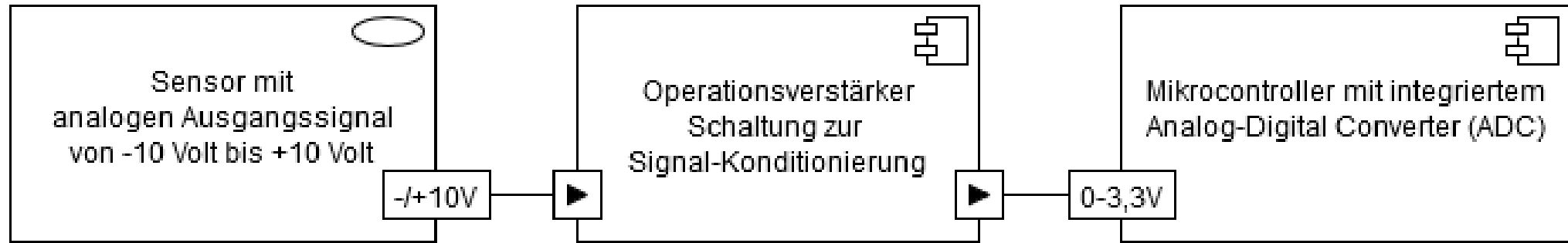
Bsp.:

	$U_e$	$U_a$
$U_{max}$	10V	0,2V
$U_{mid}$	0V	1,6V
$U_{min}$	-10V	3V

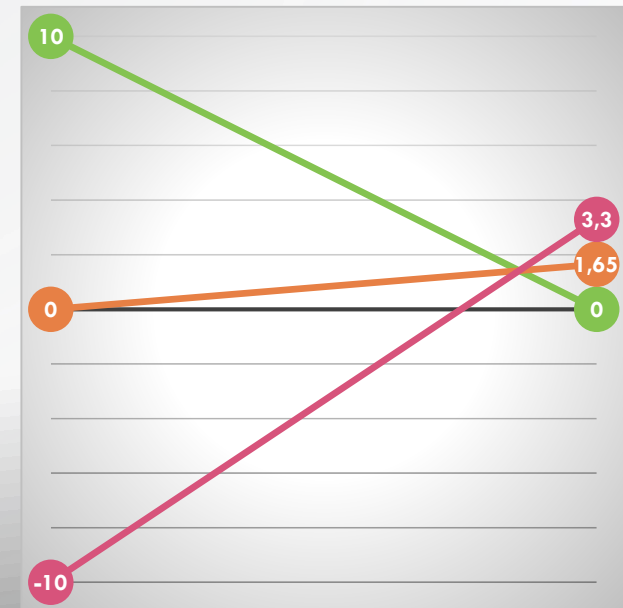
→ Faktor:  $A = -7,14$

$$U_e = (U_a - U_{a,mid}) * A$$

# FAZIT



Der Sensor kann erfolgreich mit dem Mikrocontroller betrieben werden.





# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

FRAGEN? GERNE.

[www.david-th.de](http://www.david-th.de)