



TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Professur Mess- und Sensortechnik

Praktikum Sensor- und Sensorsignalauswertung

Versuch US – Berührungslose Messung mittels Ultraschall

Versuchsdatum: 18.12.2018

Abgabedatum: 15.01.2019

Praktikumsgruppe: BET2

Namen der Studenten: Christian Behl, Florian Zylla, Bin Sun

Betreuer: Dr. Keutel

Versuchsvorbereitung

2. Versuchsvorbereitung

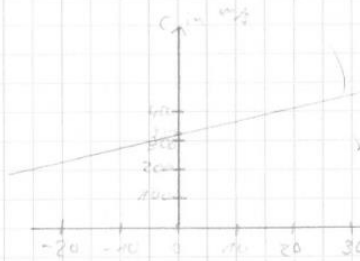
2.2

$$c = c_0 \sqrt{1 + \alpha (T - T_0)}$$

$$c(T) = c_0 + \frac{dc}{dT} (T - T_0) + \frac{d^2c}{dT^2} \frac{(T - T_0)^2}{2}$$

$$c(T) = c_0 + c_0 \frac{\alpha}{2 \sqrt{1 + \alpha (T - T_0)}} (T - T_0)$$

2.3



lineare Fit. ergibt sich
→ Werte einsetzen für T
(hier qualitative Darstellung)

$$c(20^\circ\text{C}) \approx 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c(25^\circ\text{C}) \approx 346 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2.4

$$v = at \quad s = \frac{a}{2} t^2 \quad \rightarrow s = \frac{v}{2} t \quad (\text{gleichmäßig beschleunigte Bewegung})$$

$$\rightarrow s = \frac{1}{2} ct = \frac{1}{2} \lambda ft$$

2.5

$4 \cdot 20 \mu\text{s} = 80 \mu\text{s} = t_{\text{min}}$ (erst ab diesem Zeitpunkt kann wieder ein Signal empfangen werden)

$$s = \frac{1}{2} t \left(c_0 + c_0 \frac{\alpha}{2 \sqrt{1 + \alpha (T - T_0)}} (T - T_0) \right)$$

2.6

Auflösung: kleinste messbare Änderung einer Messgröße (Skala)
Wie genau eine Messung ist lässt sich durch Berücksichtigung von syst-
ematischen und zufälligen Messfehlern bestimmen. Der Bereich, ~~in dem~~
in dem der Messwert liegen kann (in Abhängigkeit vom wahren Wert), ist
die Genauigkeit.

2.7

PVDF - Polymerfolie mit piezoelektrischen Eigenschaften
keramisch - piezoelektrische Keramik

→ unterschiedliche Materialien ... ist Schwingler

Versuchsdurchführung

3.1. Distanzmessung

3.1.1 / 3.2.1 / 3.3.1

Entfernung (Maßband) (cm)	Sensorausgabe (cm)	
5	-	Außerhalb des Messbereichs
10	10,2	Messbereichsanfang (stabil)
15	15,1	stabil
20	20	Ausgabe schwankt um ± 1 mm
30	31	Ausgabe schwankt um ± 1 mm
40	40,9	Ausgabe schwankt um ± 2 mm
50	51	stabil
54	55	Messbereichsende

Tabelle 1: Messungen aus versch. Entfernungen

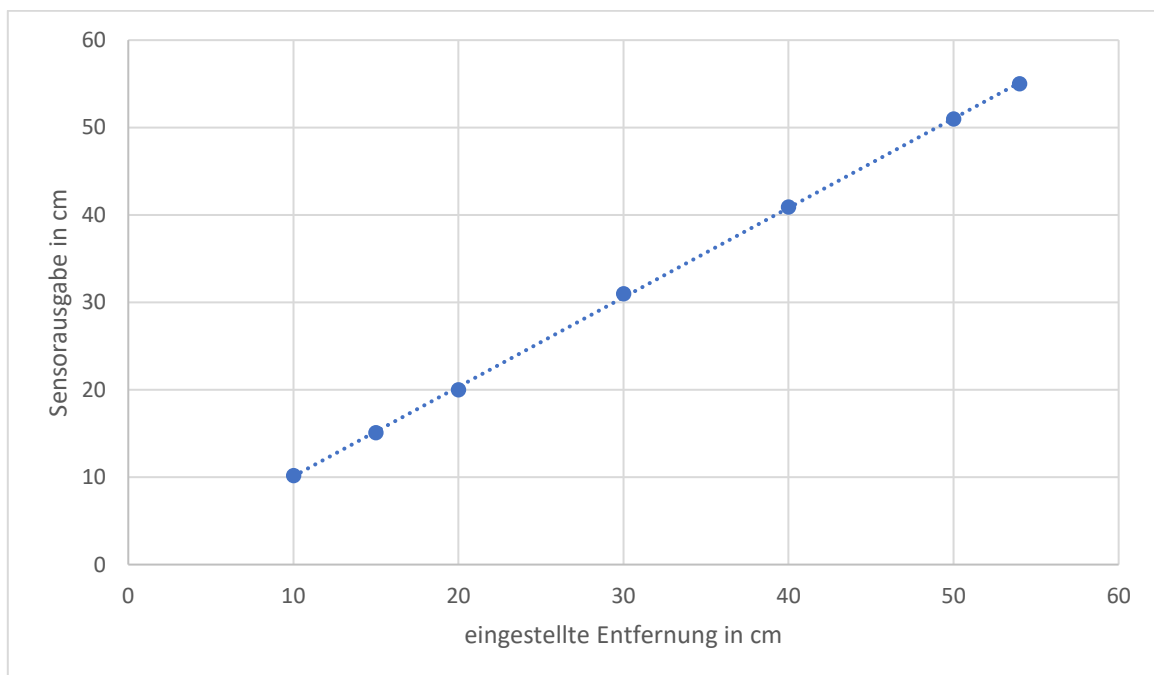


Diagramm 1: Kennlinie des Ultraschallsensors

Mit dem Sensor wurden verschiedene Entfernungen gemessen, dabei ergaben sich mit leichten Abweichungen stets die eingestellten Entfernungen zwischen Sensor und Hubtisch. Die Abweichungen können beim Messen mit dem Maßband aufgetreten sein (nicht genau lotrecht, sondern leicht schief).

Aus Tabelle 1 wurde Diagramm 1 erstellt, es zeigt die sehr genauen Messungen des Sensors. Die maximale Abweichung lag bei 10 mm.

Zusätzlich schwankte die Ausgabe des Sensorwertes bei bestimmten Entfernungen.

Die Schwankungen können durch Reflexionen von anderen Stellen als dem Hubtisch stammen, die die Software mit verrechnet oder durch leichte Änderung der Raumtemperatur.

Die Stärke der Schwankungen, soweit bestimmbar nimmt im Bereich von 10 bis 40 cm zu, danach tritt jedoch keine weitere Schwankung mehr auf (50 & 54 cm).
Es wurde des weiterem bestätigt, dass der Sensor von 10 bis 55 cm seinen Messbereich hat.

3.2. Einfluss des Reflektormaterials

3.2.1

Der im Versuch verwendete Industriesensor gibt am PC-Tool nur relative Amplituden aus. Bei allen gemessenen Materialien lag die Amplitude bei 100%, bis auf bei Schaumstoff (Material 6), dort erreichte die Amplitude nur 99%.

3.2.2

Der Versuchsaufbau lässt die Untersuchung des Einflusses der Reflektorbreite des ebenen Reflektors nicht zu.

3.3. Wandlerparameter

3.3.1

Der Versuchsaufbau lässt die Bestimmung der Mittenfrequenz des Schallwandlers nicht zu.

3.3.2

Winkel in °	Amplitude in %
-40	19
-35	42
-30	44
-25	33
-20	22
-15	50
-10	51
-5	91
0	100
5	99
10	77
15	42
20	34
25	19
30	44
35	54
40	46

Tabelle 2: Richtcharakteristik des Ultraschallwandlers

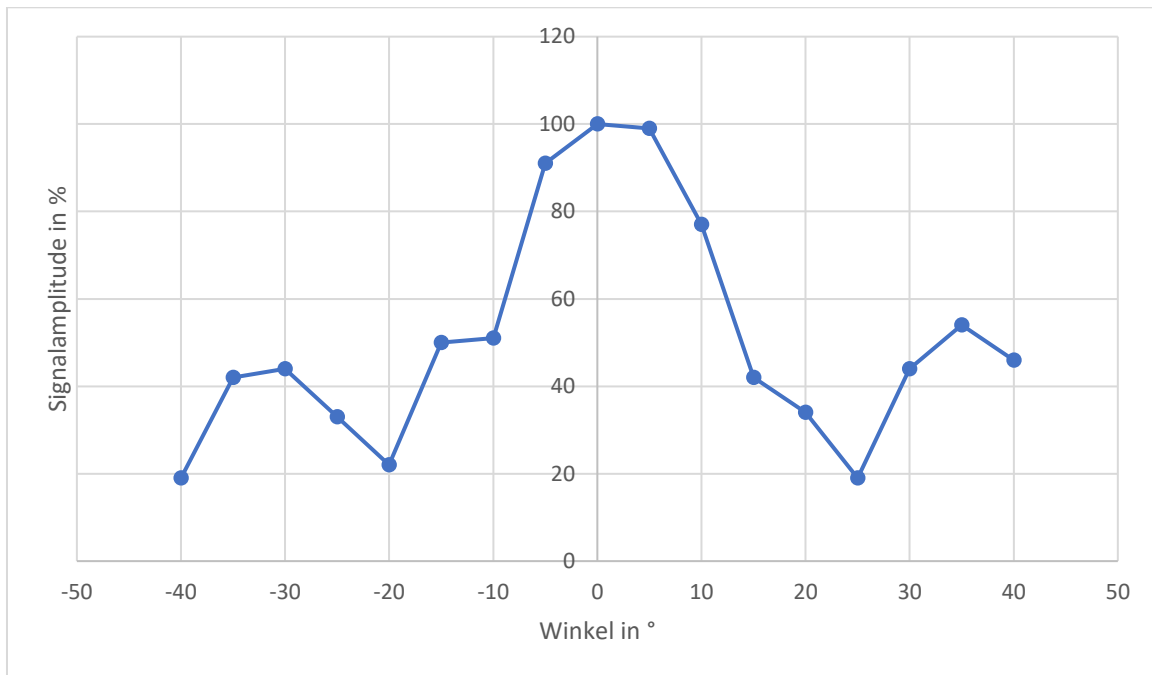


Diagramm 2: Richtcharakteristik des Ultraschallwandlers

Mit zunehmendem Winkel nimmt die Signalamplitude ab, da weniger Schall direkt reflektiert wird. Für eine maximale Signalamplitude sollte man den Sensor also senkrecht zu Messoberfläche ausrichten.

3.4. Schallgeschwindigkeitsmessung

Temperatur in °C	Abstand in cm (1.Echo)	Abstand in cm (2.Echo)	Abstand in cm (Lineal)
23,0	10,8	20,7	20,7
37,3	10,9	20,4	20,7

Tabelle 3: Abhängigkeit der gemessenen Entfernungen abhängig von der Temperatur

Das erste Echo entsteht durch die Reflexion des Schalles am Temperatursensor, der sich ca. in der Mitte der Glasröhre befindet. Das zweite Echo entsteht tatsächlich durch die Reflexion des Schalles an der Platte am Ende der Glasröhre. Für die weitere Betrachtung ist also nur die Reflexion an der Endplatte interessant (2.Echo).

Die Temperatursteigerung um 15,3 K bewirkt eine Veränderung der vom Sensor gemessenen Entfernung. Das Messverfahren ist zeitbasiert und berechnet sich nachfolgender Formel:

$$s = \frac{v * t}{2}$$

Dabei ist die Schallgeschwindigkeit v in Luft von der Lufttemperatur abhängig. In warmer Luft breitet sich der Schall schneller aus. So dass bei gleicher angenommener Schallgeschwindigkeit und einer kürzeren Messzeit (schnellere Ausbreitung), ein kleinerer Abstand berechnet wird.

Der Industriesensor enthält eine Temperaturkompensation, die es im Normalbetrieb ermöglicht bei sich ändernder Lufttemperatur/Schallgeschwindigkeit eine konstante

Entfernung zu messen. Da jedoch nur die Luft vor dem Sensor und nicht noch zusätzlich das Sensorgehäuse erhitzt wird, wirkt die Temperaturkompensation nicht.