

Ultraschall

1. Ultraschall:

- mechanische Schwingung, die zur Ausbreitung ein Medium braucht
- je dichter das Medium, desto schneller die Geschwindigkeit des US
- Frequenzbereich über 20kHz

2. Anwendungsbereiche für US

- Echolot-Verfahren → Tiefenmessung, Meeresbodenmessung
- Ultraschallmikroskop
- US-Werkstoffsprüfung
→ Zerstörungsfreie Prüfverfahren zum Auffinden von Materialfehlern
- Medizindiagnostik → Bildgebungsverfahren

3. US-Sensor

Vorteile:

- Berührungslose, kontinuierliche Messung
- Staub, Schmutz, Nebel und Feuchtigkeitsunabhängig
- Material- und Oberflächenunabhängig (außer bei schallschluckende Objekte)

Nachteile:

- Kein Betrieb in explosiven Räumen
- Langsamer Schaltvorgang gegenüber kapazitiven, optischen Sensoren
- Kein Betrieb bei Unter/Überdruck

3.1. Aufbau

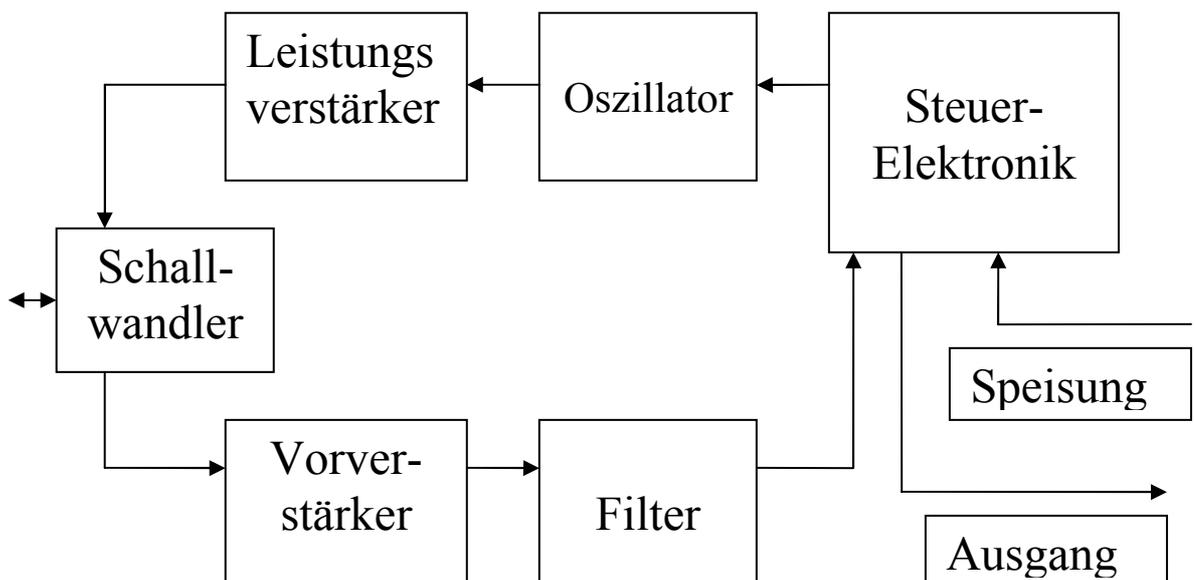
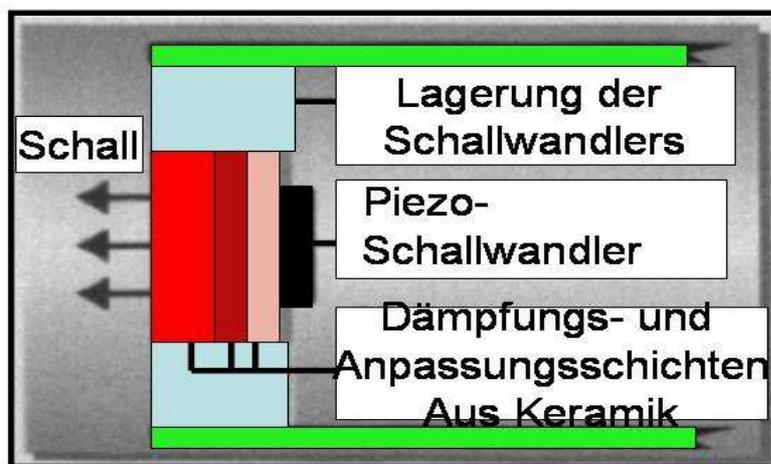


Abbildung 1: Blockschaubild eines US-Abstandssensors [3]

Die Steuerelektronik schaltet den Leistungsverstärker ein, damit der für eine kurze Zeit (einen Burst) den Ultraschallwandler mit einem starken Sinusstrom ansteuert. Durch den reziproken piezoelektrischen Effekt wird er US aussenden können. Der Ultraschallpuls wird an einem Objekt reflektiert und wird vom Ultraschallempfänger aufgenommen. Das Signal wird verstärkt und geprüft, ob es das ausgesendete Signal war oder irgendein anderes Störsignal. In der Steuerung wird der Abstand berechnet und zwar mit der Formel:

$$\text{Abstand} = (\text{Laufzeit} * \text{Schallgeschwindigkeit}) / 2$$



Abbildung

2: Aufbau des Ultraschallwandlers [3]

Der Piezo-Schallwandler besteht aus einer kristallinen Platte. Werden diese Kristalle (Quarz, Lithiumsulfat, Weinsäure) einem Druck ausgesetzt, so treten auf deren Oberflächen Spannungen auf. Diesen Vorgang nennt man den piezoelektrischen Effekt. Analog der reziproke piezoelektrischen Effekt. Die Keramikschichten sollen den Wandler dämpfen, d.h. so schnell wie möglich zum Stillstand bringen.

3.2. Eigenschaften

- Die Reichweite von dem Sensor hängt antiproportional von der Frequenz ab. Als US-Frequenzen wählt man zwischen 40kHz und 400kHz. Bei hohen Frequenzen ist man vor Störgeräuschen ziemlich sicher, dafür hat es nur eine geringe Reichweite, aufgrund der Dämpfung in der Luft.

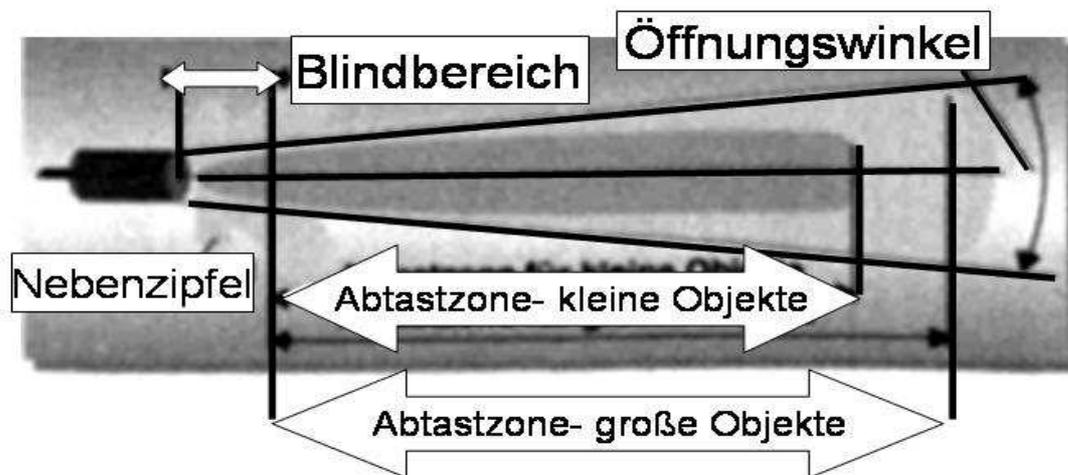


Abbildung 3: Schallkegel/ Schallkeule [3]

- Blindbereich: Wenn ein Objekt zu nahe beim Sender ist, dann wird es den US reflektieren, und zwar so dass der Sender nichts empfangen kann.
- Das Abtastfeld von dem US ist keulenförmig und hat ein Öffnungswinkel von 10-15%. In der inneren Abtastzone werden selbst kleinste Objekte erkannt.

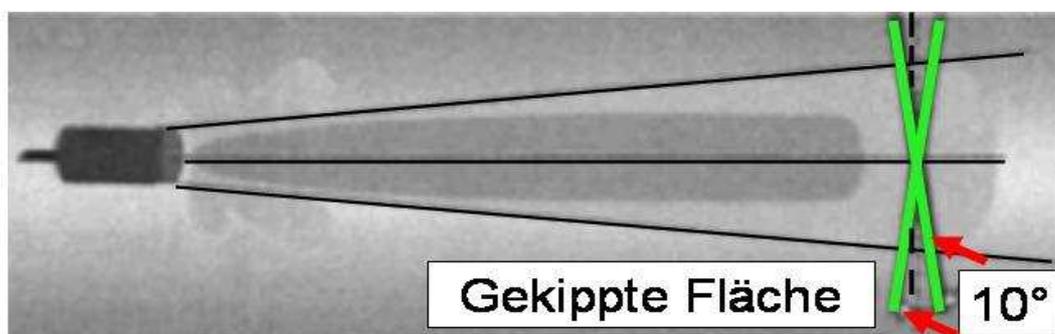


Abbildung 4: zulässige Winkel zum Schallkegel [3]

- Beim zu starken Kippen des Objektes aus der Senkrechten zur Strahlachse kann das Signal zu schwach werden und der Sender kann nichts empfangen. Bei durchsichtigen Objekten ist eine Toleranzgrenze von 10% (bei raueren 30%) erreicht.
- Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls ist temperaturabhängig. Sie nimmt um 0.17% ihrer V um je 1° zu.

4. Quelle

1. Literatur

[1] Tietz, Horst-Dieter: Ultraschall-Messtechnik, VEB Verlag Berlin (2.Auflage, Berlin, 1974)

[2] ITG-Fachbericht: Sensoren und Messtechnik, VDE Verlag (1.Auflage, Berlin, Offenbach 1998)

[3] Kleger, Raymond: Sensorik für Praktiker, VDE Verlag (1.Auflage, Berlin, 1998)

[4] Wirsum, Siegfried: Das Sensor-Kochbuch, ITW Verlag (1.Auflage, Bonn, 1994)

2. WWW

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ultraschall>, Abruf: 08.07.06

Hoang Trung Hieu
13.05.2006