

# Ultraschall

- Vorstellung & Einführung
  - Allgemeine Definition
  - Ausbreitung
  - Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
  - Eigenschaften
  - Ultraschall und seine Anwendungen
- 

# Wajdi Gmiha

## Elektrotechnik (BSc. ET)

Betreuer: Dipl.-Ing. Stefan Seifert

- Einführung
  - Allgemeine Definition
  - Ausbreitung
  - Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
  - Eigenschaften
  - Ultraschall und seine Anwendungen
- 

- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

- Einführung
  - Allgemeine Definition
  - Ausbreitung
  - Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
  - Eigenschaften
  - Ultraschall und seine Anwendungen
- 

## Allgemeine Definition

- Mit Ultraschall bezeichnet man Schall mit Frequenzen, die oberhalb des vom Menschen wahrgenommenen Bereiches liegen
  - $f$  liegt zwischen etwa 35 kHz und 1 GHz
  - $\lambda = \frac{c}{f}$
  - $\lambda$  in Luft liegt zwischen 1,75 cm und 34,3  $\mu\text{m}$
- $c$  in Luft beträgt bei 20°C  $343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- $c$  in Wasser beträgt bei 0°C  $1407 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- Einführung
  - Allgemeine Definition
  - Ausbreitung
  - Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
  - Eigenschaften
  - Ultraschall und seine Anwendungen
- 

## Verhalten in Gasen und Flüssigkeiten:

- Grundsätzlich nur Longitudinalwellen
- Temperatur - und frequenzabhängig

## Verhalten in Festkörpern :

- es treten 2 Typen auf: Eine longitudinale und zwei transversale Wellen

## Verhalten an Grenzschichten:

- zwischen zwei Medien, die sich berühren, aber nicht vermischen
  - Auftreten von Totalreflexion, Brechung oder Reflektion
  - Ursachen: - Materialien besitzen unterschiedliche Elastizitätskonstanten  
- unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeiten in verschiedenen Materialien
-

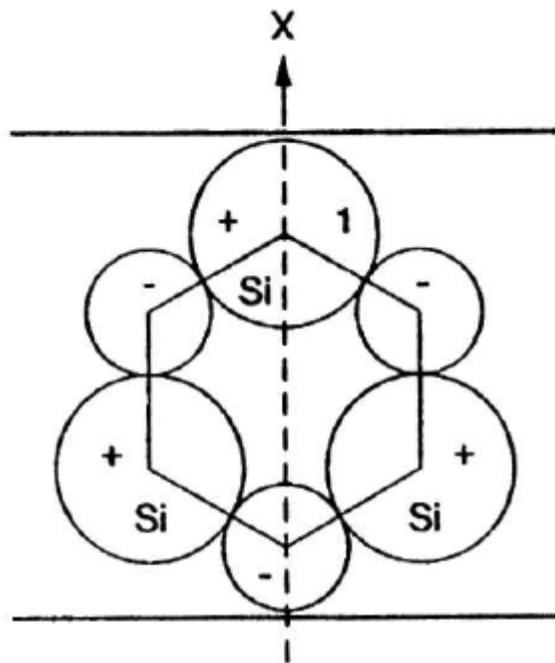
- Einführung
  - Allgemeine Definition
  - Ausbreitung
  - Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
  - Eigenschaften
  - Ultraschall und seine Anwendungen
- 

## Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt

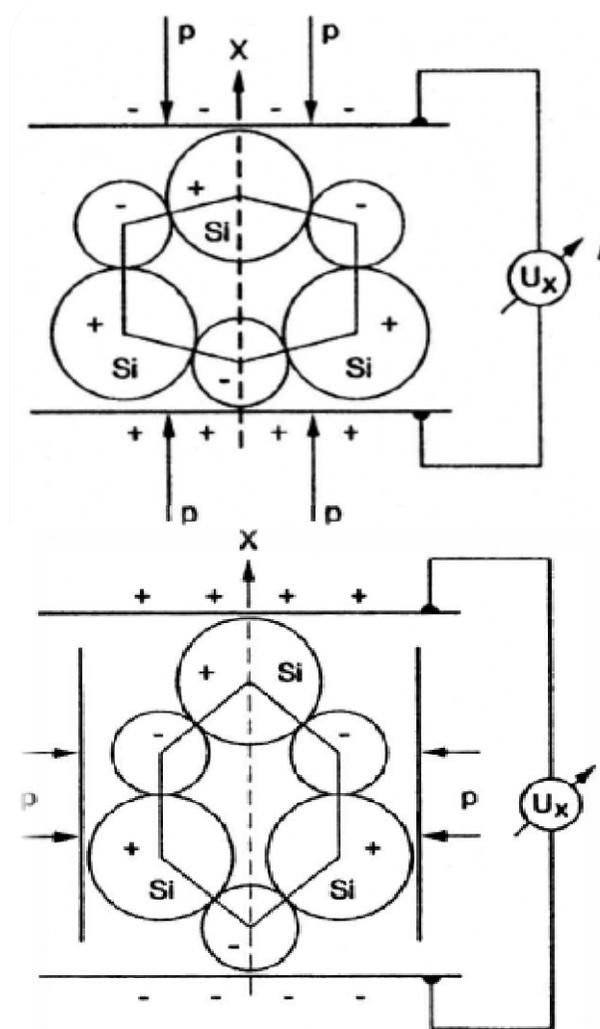
- Deformierung spezieller Kristalle durch mechanischen Druck entlang der polaren Achse
  - elektrische Spannung entsteht
- kann nur in nichtleitenden Materialien auftreten
- bekanntestes Material mit Piezoeigenschaften ist Quarz ( $\text{SiO}_2$ )

- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung

- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen



Vereinfachte Darstellung eines SiO<sub>2</sub>-Kristalls

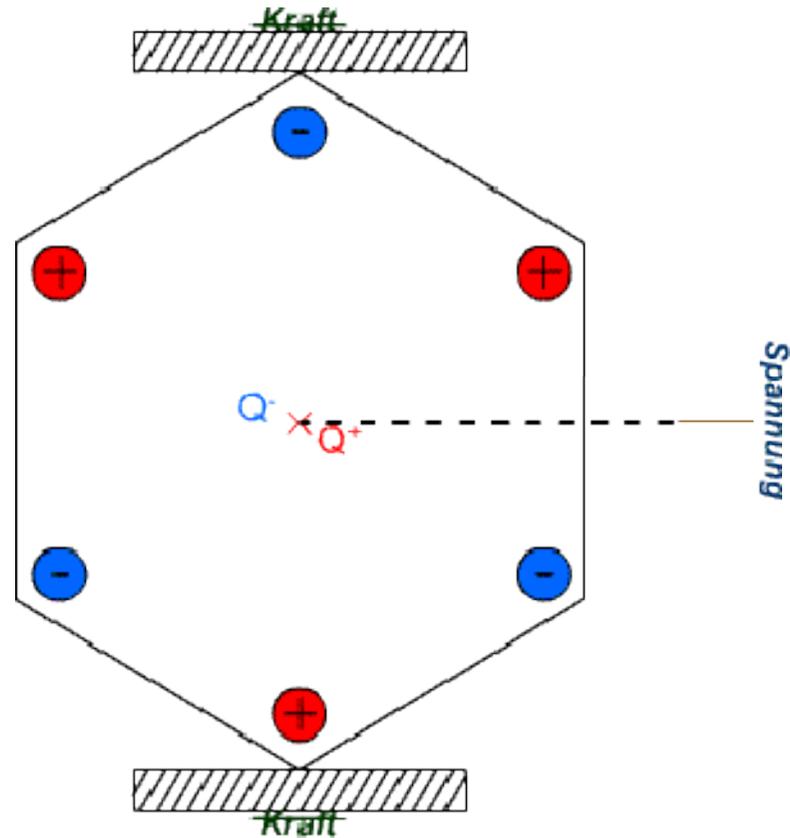


- Den longitudinalen piezoelektrischen Effekt  
→ Kraft parallel zum elektrischen Feld

- Den transversalen piezoelektrischen Effekt  
→ Kraft senkrecht zum elektrischen Feld

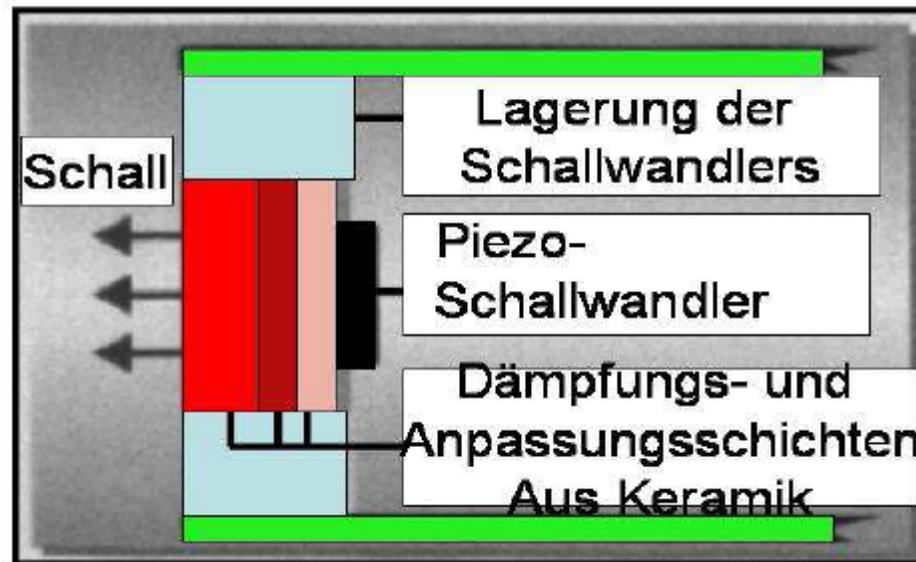
- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

## Piezoelektrischen Effekt (Animation):



- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

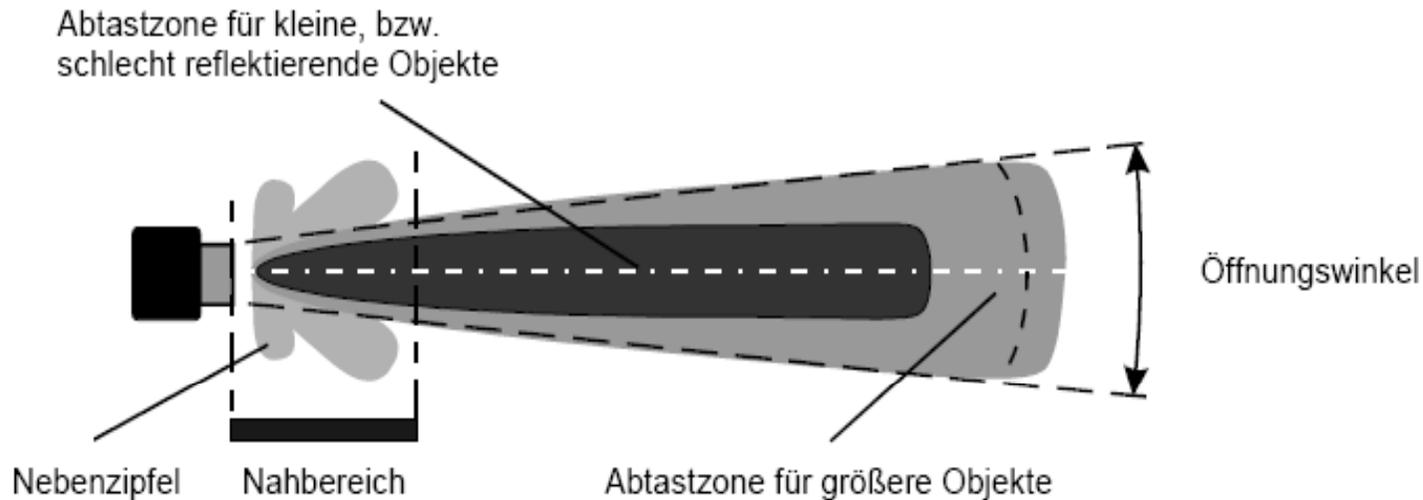
## Aufbau des Ultraschallwandlers:



- Senderbetrieb:
  - elektrische Energie in mechanische Energie umwandeln
- Empfängerbetrieb:
  - mechanische Energie in elektrische Energie umformen

- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

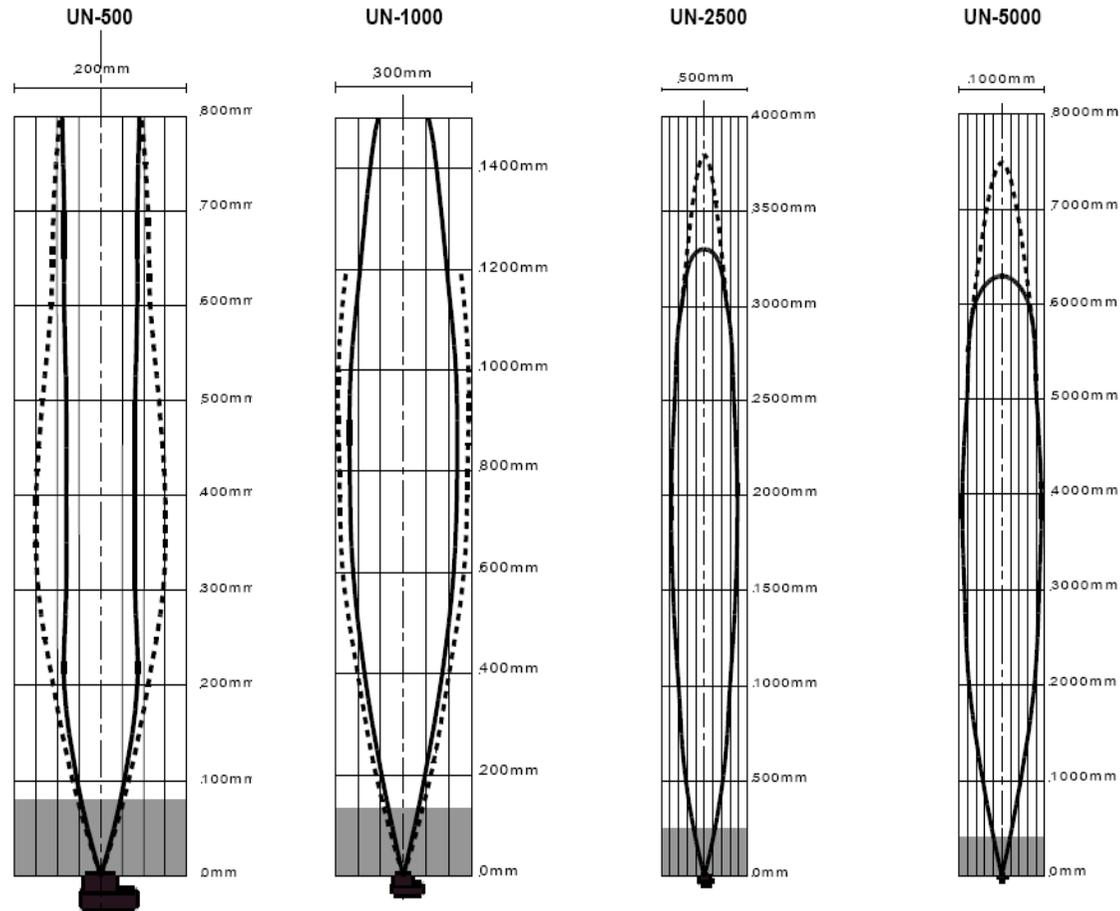
## Schallkeule:



- Nah/-Blindbereich: keine Distanzmessung möglich!!!
- Einstrahlwinkel:
  - Glatte Flächen bei Neigungswinkel von ca. 10...15° abtastbar
  - Raue und stark strukturierte (gekörnte) Oberflächen auch bei höheren Neigungswinkeln erfassbar

- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

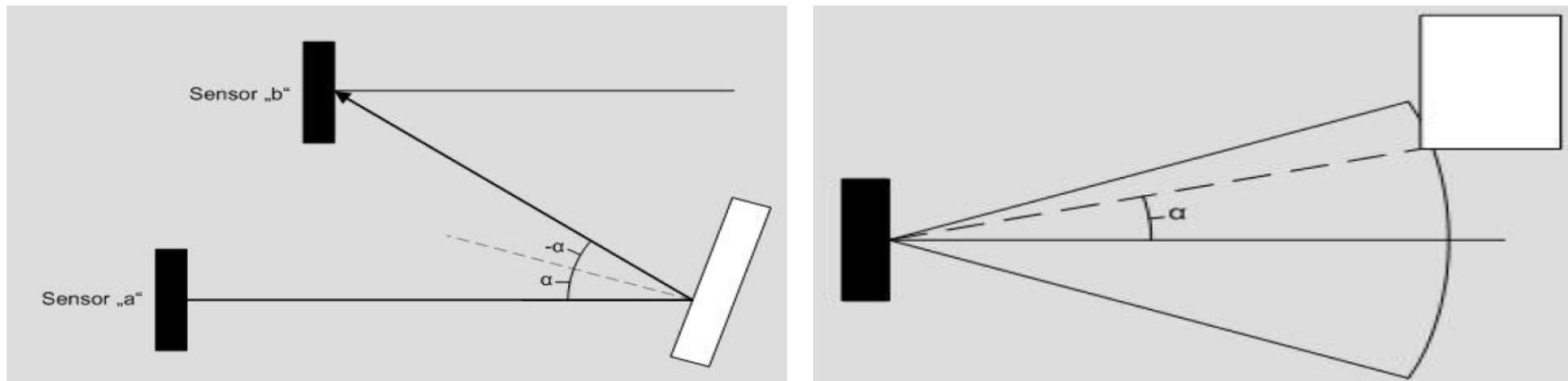
## Erfassungskeulen:



- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

## Probleme:

- Umweltfaktoren wie Raumtemperatur oder Luftturbulenzen
- Intensität der reflektierten Wellen hängt stark von der Oberflächenstruktur ab
- Form der Schallwellen
- Es ist schwer, den genauen Zeitpunkt des Empfangs eines Echos zu bestimmen  
→ systematischen Fehler beim Messen der Entfernung.
- Auftreten von Scheinechos

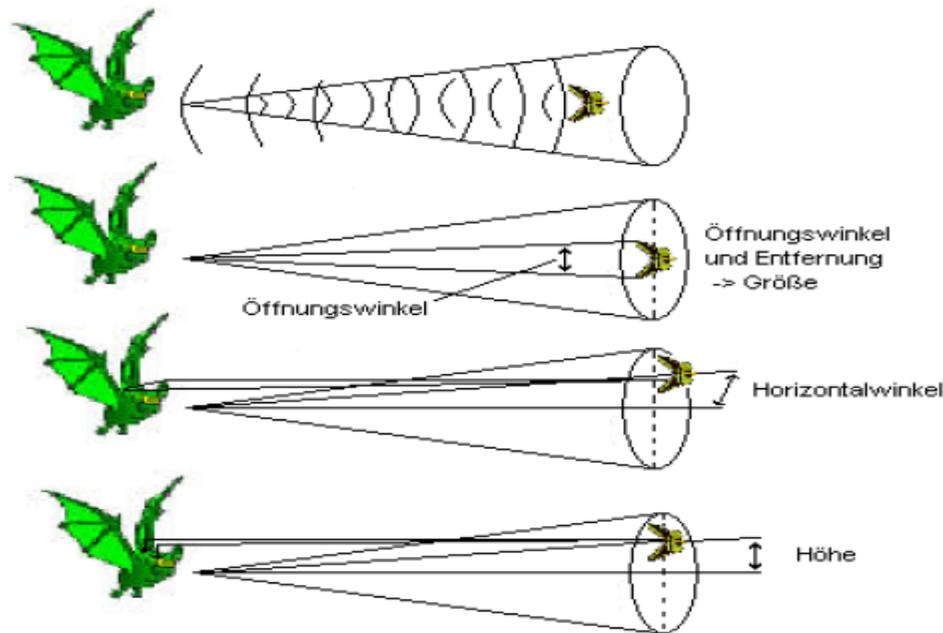


- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

## 5. Ultraschall und seine Anwendung

Anwendung in der Natur :

- Tiere erzeugen Schall mit einer Frequenz von ca. 40 kHz bis zu ca. 90 kHz.



- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

---

## Echolot:

- Schallortungssystem zu Bestimmung der Meerestiefe oder zum Orten von Hindernissen



- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

---

## Anwendung in der Medizin :

- Ultraschalldiagnostik



- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

## Anwendung in der Technik :

- Ultraschallprüfung als Qualitätskontrolle  
→ Auffinden von Materialfehlern



- Einführung
- Allgemeine Definition
- Ausbreitung
- Erzeugung durch den piezoelektrischen Effekt
- Eigenschaften
- Ultraschall und seine Anwendungen

## Quellen

- <http://lexikon.calsky.com/de/txt/u/ul/ultraschall.php> (Abruf: 12/08)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Piezoelektrizit%C3%A4t> (Abruf: 12/08)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Ultraschall> (Abruf: 12/08)
- [www.meduniwien.ac.at](http://www.meduniwien.ac.at) (Abruf: 12/08)
- [http://www.klassenarbeiten.de/referate/physik/ultraschall/ultraschall\\_4.htm](http://www.klassenarbeiten.de/referate/physik/ultraschall/ultraschall_4.htm) (Abruf: 12/08)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Echolot> (Abruf: 12/08)
- [www.iaim.ira.uka.de/Teaching/ProseminarMedizin/Ausarbeitungen/SS2002/02\\_Ultraschall.pdf](http://www.iaim.ira.uka.de/Teaching/ProseminarMedizin/Ausarbeitungen/SS2002/02_Ultraschall.pdf) (Abruf: 12/08)
- [florian.die-schuhs.de/projekte/facharbeit/facharbeit.pdf](http://florian.die-schuhs.de/projekte/facharbeit/facharbeit.pdf) (Abruf: 12/08)
- [http://www.waycon.de/fileadmin/pdf/Ultraschall\\_Sensor\\_UN.pdf](http://www.waycon.de/fileadmin/pdf/Ultraschall_Sensor_UN.pdf) (Abruf 1/09)
- [http://projektlabor.ee.tuberlin.de/projekte/blumengiessanlage/papers/ultraschall\\_hoang\\_13072006.pdf](http://projektlabor.ee.tuberlin.de/projekte/blumengiessanlage/papers/ultraschall_hoang_13072006.pdf) (Abruf 1/09)
- [projektlabor.ee.tu-berlin.de/projekte/roboter/downloads/referate/ultraschall/referat.pdf](http://projektlabor.ee.tu-berlin.de/projekte/roboter/downloads/referate/ultraschall/referat.pdf) (Abruf 1/09)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit