

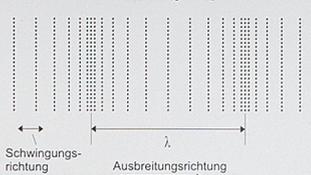


Wozu Ultraschall?

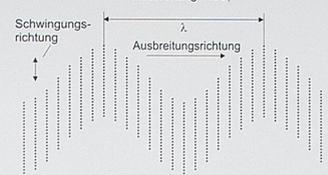
Ultraschall ist die Bezeichnung für Schallwellen mit einer Frequenz oberhalb der menschlichen Hörgrenze (ca. 16 kHz). Zur zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) wird ausgenutzt, dass sich Ultraschallwellen in nahezu allen Medien ausbreiten können und an Grenzflächen (Fehlstellen) reflektiert bzw. mit verminderter Intensität durchgelassen werden. Die Ultraschallprüfung ist in der Regel eine Prüfung auf Innenfehler (Volumenprüfverfahren). Die Wellenlänge λ , hat hierbei einen Einfluss auf den kleinsten nachweisbaren Fehler.

$$\lambda = \frac{c \text{ (Schallgeschwindigkeit)}}{f \text{ (Frequenz)}}$$

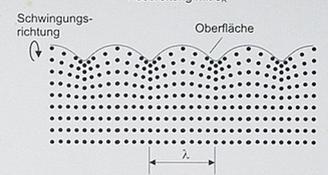
Longitudinalwellen



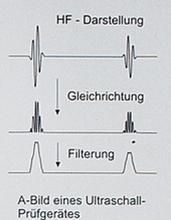
Transversalwellen



Rayleigh-Welle (Oberflächenwelle)



Bildschirmdarstellungen

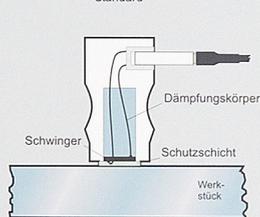


Prüfköpfe

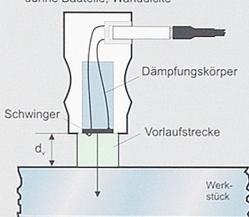
Prüfköpfe dienen zur Ultraschallerzeugung und zum Empfang der reflektierten Schallanteile. Im Prüfkopfgestänge ist ein Schwinger untergebracht, der elektrische Signale (Impulse) in Ultraschall bzw. Ultraschall in elektrische Signale umwandelt. Die Resonanzfrequenz dieses Schwingers bestimmt die Prüffrequenz des Prüfkopfes.

Für die unterschiedlichen Prüfaufgaben dienen verschiedene Prüfkopfarten:

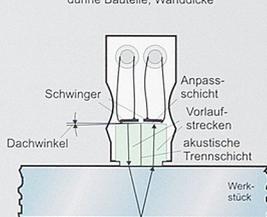
Senkrechtprüfkopf Standard



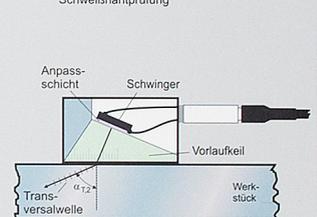
Prüfkopf mit Vorlaufstrecke dünne Bauteile, Wanddicke



SE-Prüfkopf dünne Bauteile, Wanddicke



Winkelprüfkopf Schweißnahtprüfung

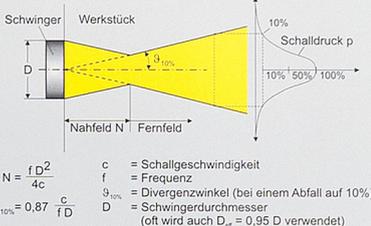


Schallfeldgeometrie eines Prüfkopfs

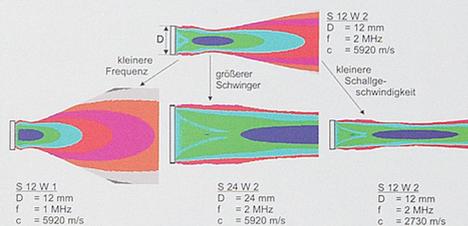
Das Schallfeld eines Prüfkopfes unterteilt sich in ein Nahfeld (direkt vor dem Prüfkopf) und ein Fernfeld. Die Nahfeldlänge und der Öffnungswinkel werden durch die Wellenlänge λ und den Schwingerabmessungen D bestimmt.

Die Prüfung erfolgt im Allgemeinen im Fernfeld eines Prüfkopfes, das sich schenverfäert öffnet.

Schallfeld eines Prüfkopfs



Einflüsse auf das Schallfeld



Schallgeschwindigkeiten und Dichte

Material	c (m/s)	c_p (m/s)	ρ (g/cm ³)
Aluminium	6200-6400	3130	2,7
Blei	2160-2400	700	11,3-11,4
Eisen	5850-5900	3230	7,7-7,86
Epoxydharz	2400-2900	1100	1,1-1,25
Gusseisen	3500-5800	2200-3200	6,9-7,3
Kupfer	4600-4750	2260-2300	8,9
Messing (Ms 58)	3830-4250	2050-2200	8,1-8,5
Nickel	5600-5894	2980-3219	8,8
Öl (20 °C)	1200-1750	-	0,8-0,89
Phenylglas	2730	1430	1,18
Polyäthylen (PE)	1950-2000	540	0,9
Polypropylen (PP)	2404	1035	0,9
Quarzglas	5570	3520	2,6
Silber	3600-3790	1550-1760	10,5
Stahl (Kalibrierkörper)	5920	3255	7,7-7,86
Teflon	1350	550	2,2
Titan	5823-6260	2920-3215	4,5
Wasser (20 °C)	1483	1483	1,0
Zinn	4120-4170	2350-2410	7,1
Zinn	3210-3320	1530-1670	7,3

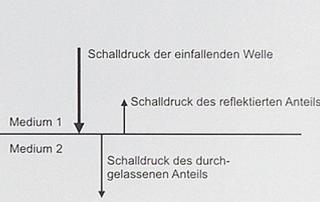
Ankopplung / Brechung

Die Hauptanwendung der Ultraschallprüfung ist die Suche nach Fehlstellen im Inneren eines Bauteils durch Einsatz der Kontakt-Technik. Hierbei wird ausgenutzt, dass die Ultraschallwelle an einer Grenzschicht Material - Luft (z.B. Stahl - Luft) fast vollständig reflektiert wird. Luftfeinschlüsse und Risse lassen sich so sicher nachweisen.

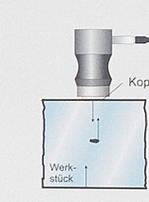
Ultraschallwellen im MHz-Bereich werden von der Luft nicht mehr übertragen. Zur Einleitung des Ultraschalls in das Werkstück wird daher ein Koppelmedium (Wasser, Öl, Gel, ...) benötigt.

Transversalwellen breiten sich grundsätzlich nur in festen Werkstoffen aus.

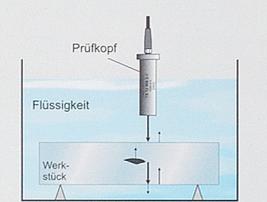
Grenzschichten (senkrechter Einfall)



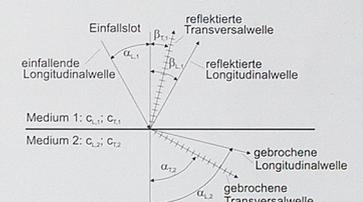
Kontakttechnik



Tauchtechnik



Grenzschichten (schräger Einfall)

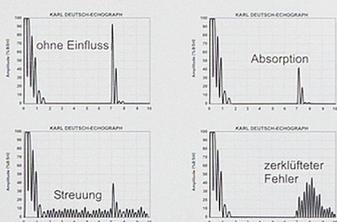


Brechungsgesetz von Snellius:
 $\sin \alpha_1 = \frac{c_1}{c_2} \sin \alpha_2$

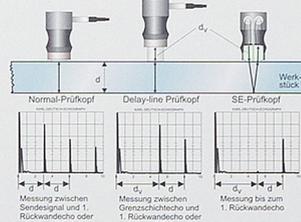
Anwendungen

Neben der Suche nach Bauteilbeschädigungen (Risse, Einschlüsse...), Hauptanwendung ist hierbei die Schweißnahtprüfung, kann Ultraschall auch in der Messtechnik (Wanddickenmessung, Schallgeschwindigkeitsmessung, Messung der Strömungsgeschwindigkeit, Oberflächen-Härtmessung) und in der Qualitätsüberwachung (Massenteile aus Guss) genutzt werden.

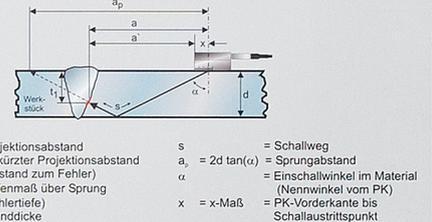
Mögliche störende Einflüsse



Wanddickenmessung

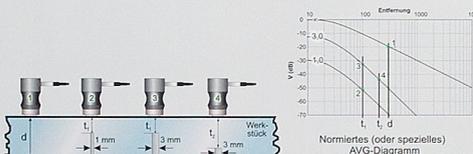


Schweißnahtprüfung

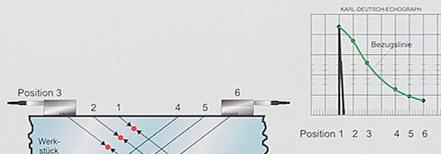


Bewertungsverfahren

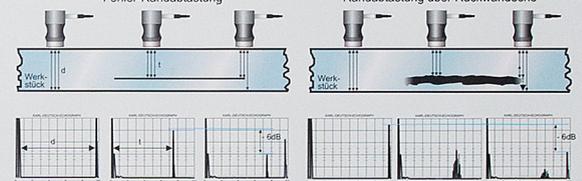
AVG - Methode (DGS-method)



Bezugslinienmethode (DAC-method)



Halbwertsmethode (half-amplitude-method)



Anwendbar auf Fehlstellen, die kleiner als der Schallbündeldurchmesser sind. Kurvenschar, die die Abhängigkeit zwischen Verstärkung in dB und dem Schallweg für einen unendlich großen Reflektor (Rückwand) und Keisscheibeneffektoren unterschiedlicher Größe beschreibt. Die Fehlerhöhe wird anhand dieser Kurvenschar bewertet.

Anwendbar auf Fehlstellen, die kleiner als der Schallbündeldurchmesser sind. Referenzkurve, die anhand der maximierten Echos von einem Referenzreflektor bei unterschiedlichen Schallwegen ermittelt wird. Die Fehlerhöhe wird anhand dieser Referenzkurve bewertet.

Anwendbar auf Fehlstellen, die größer als der Schallbündeldurchmesser sind. Die Bestimmung der Fehlergröße erfolgt über das Ausmessen des Fehlerandes (6 dB Abfall des Fehlerechos bzw. der Rückwand).

ECHOMETER

Wanddickenmessgeräte



ECHOGRAPH

tragbare Ultraschallgeräte



PRÜFKÖPFE



PRÜFANLAGEN

