

Kalibrationsergebnisse

Kalibrationsmethode

Die Müller-Platte Nadelsonde wird stoßwellenkalibriert geliefert. Die Kalibrierung findet in einem Wasserbecken statt im Vergleich zu einer Nadelsonde, die am Stoßwellenlabor der RWTH Aachen im Wasserstoßrohr kalibriert wurde. In dem Wasserbecken wird die Stoßwelle, durch eine Hochspannungsentladung erzeugt. Die Sonden befinden sich in einem sicheren Abstand, an dem ca. Drücke von 20 bar erreicht werden. Die Kalibrierung erfolgt auf die einfallende Amplitude. Das bedeutet: hat die einfallende Stoßwelle ein Druck von 20 bar, werden wir mit der Nadelsonde auch diese 20 bar messen.

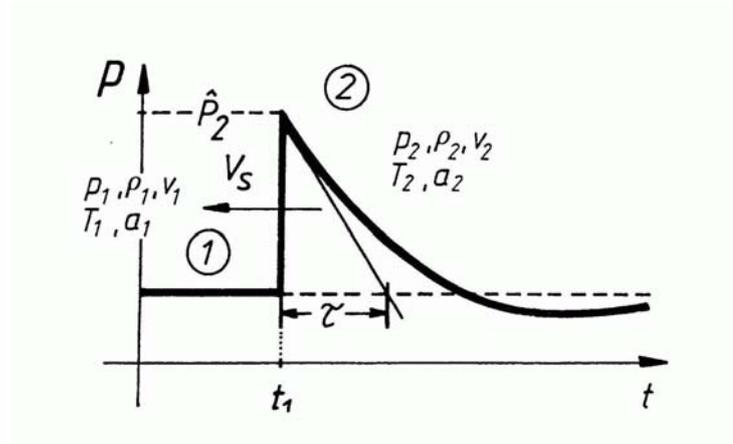


Fig. 1

Alle anderen Sensoren, so auch unsere Serie M60, sind unter quasi-stationären Verhältnissen kalibriert. Trifft nun eine Wasserstoßwelle mit 20 bar einen solchen Sensor senkrecht zur Sondenachse wird der Sensor einen Druck von 40 bar anzeigen. Der Grund liegt darin, dass die einfallende Wellen P_2 an der ebenen Sensoroberfläche reflektiert wird. Der reflektierte Druck P_5 hat bei Wasserstoßwellen und schwachen Gasstoßwellen nahezu den doppelten Wert wie P_2 . Dadurch messen diese stationär kalibrierten Sonden nicht den Druck der einfallenden Welle von 20 bar, sondern den reflektierten von 40 bar. Die Nadelsonde mit ihrer halbkugelförmigen Spitze ist hier schwer einzuordnen. Daher haben wir uns entschlossen, die Nadelsonde auf die einfallende Welle zu kalibrieren.

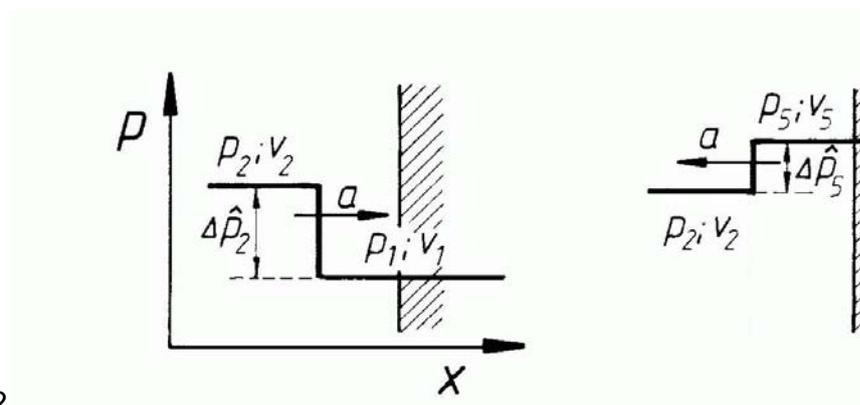
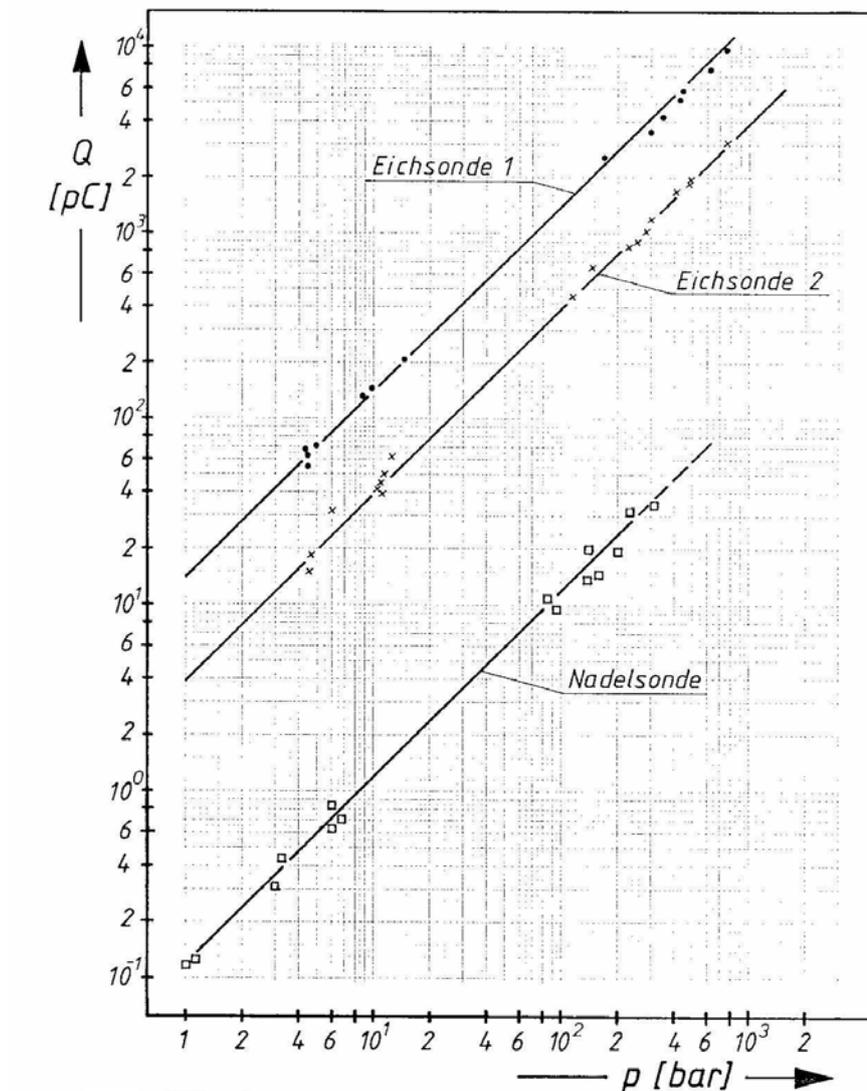


Fig. 2

Linearität

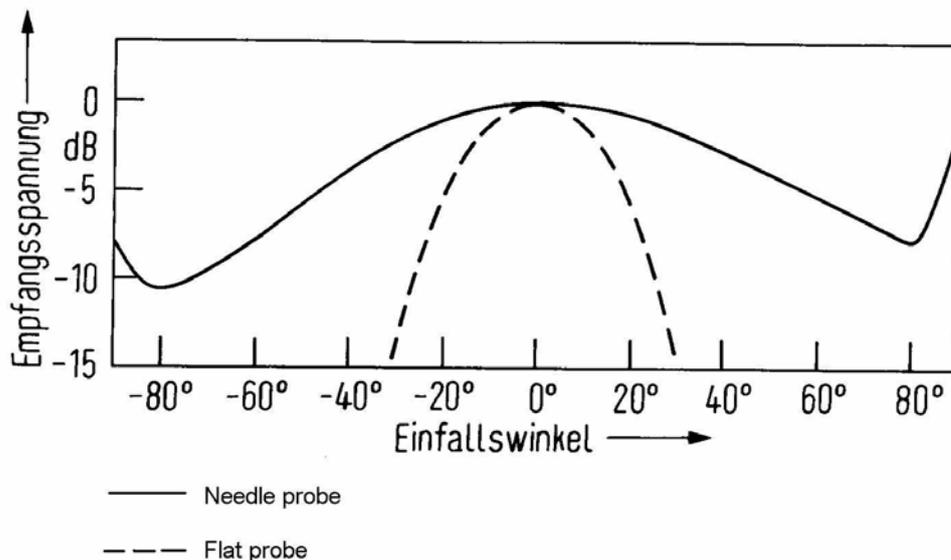
Die Nadelsonde wurde in einem Wasserstoßrohr im Vergleich zum wandengebauten Sensor des Typs Kistler 603B vermessen. Dabei zeigte die PVDF Nadelsonde eine lineare Empfindlichkeit bis zum maximal erzeugbaren Druck von 320 bar. Andere Studien haben gezeigt, dass PVDF sich mindestens bis 800 bar piezoelektrisch linear verhält.



Empfindlichkeit relativ zum Einfallswinkel

Die Nadelsonde zeigt sich sehr unempfindlich auf Schwankungen des Einfallswinkels bei Messungen mit 10 MHz. Innerhalb eines Einfallswinkels von $\pm 20^\circ$ ist die Empfindlichkeit nahezu gleich. Die gestrichelte Linie zeigt die Empfindlichkeit bei einem flachen Sensor, bei dem die Empfindlichkeit schon bei kleinen Winkeländerungen deutlich nachlässt.

Bei Messungen mit Pulsen von 1 MHz ist die Empfindlichkeit im Bereich $\pm 90^\circ$ nahezu konstant.



Bei 10 MHz gemessen

Frequenzbereich

Die Müller-Platte Nadelsonde zeigt im Bereich 0,3 bis 11 MHz eine konstante Empfindlichkeit (± 3 dB)

Hydrophone Calibration Chart

Hydrophone description: Mueller_Platte_100_100_1_S/N_300/25/332_HighGain

Preamplifier: AH_2020_25_S/N_1024

Active element diameter: no data

Hydrophone capacitance: no data

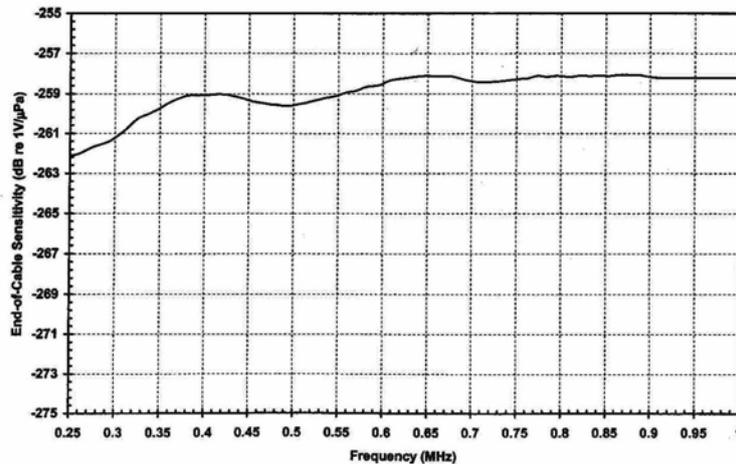
Electrical loading: 50 Ohms

Water temperature: 17.0 deg C

Date: 03.28.06

Calibrated by: Peter A. Lewin / *and April 2-06*

Calibration uncertainty: $f < 1$ MHz: ± 1.5 dB; $f \in (1-15)$ MHz: ± 1 dB; $f \in (15-25)$ MHz: ± 1.2 dB;
 $f \in (25-30)$ MHz: ± 1.5 dB; $f \in (30-40)$ MHz: ± 2 dB



Calibration uncertainty: $f < 1$ MHz: ± 1.5 dB; $f \in (1-15)$ MHz: ± 1 dB; $f \in (15-25)$ MHz: ± 1.2 dB;
 $f \in (25-30)$ MHz: ± 1.5 dB; $f \in (30-40)$ MHz: ± 2 dB

