

Entwicklung einer Kalibrationsquelle für Hydrophone zur akustischen Detektion von UHE Neutrinos

Rainer Ostasch

ANTARES - Erlangen

FAU Erlangen - Nürnberg



bmb+f - Förderschwerpunkt
ANTARES
Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung



Schule für Astroteilchenphysik

11.Oktober.2004

Das thermoakustische Modell

(G. A. Askariyan et al., 1979)

→ Erzeugung von Schallsignalen in einem Medium bei Durchgang geladener Teilchen

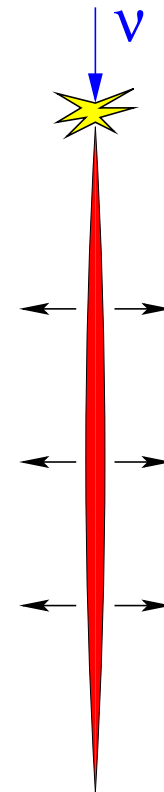
Neutrino tritt mit Nukleon in Materie (= Wasser) in Wechselwirkung

⇒ Hadronische und/oder elektromagnetische Kaskade

Energie wird entlang der Kaskade im Wasser deponiert

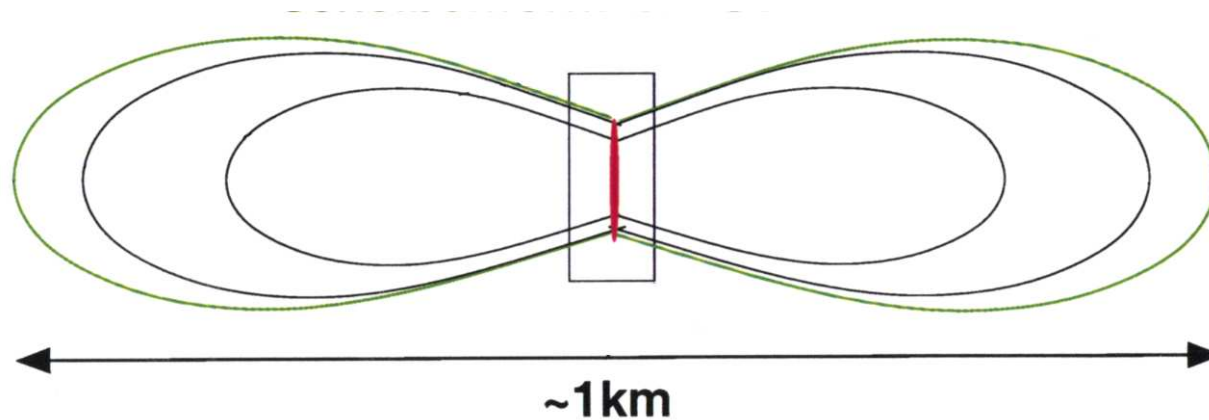
⇒ Wasser wird erhitzt

Wasser dehnt sich aus ⇒ Akustisches Signal



Signalausbreitung

Ausbreitung des Schalls in Scheibe, deren Achse mit der Kaskade übereinstimmt (im Bereich des Nahfelds)



Scheibenförmige Ausbreitung \rightarrow Drucksignal $\sim \frac{1}{\sqrt{r}}$

Absorptionslängen in Wasser: Schall ~ 1 km
Licht ~ 60 m

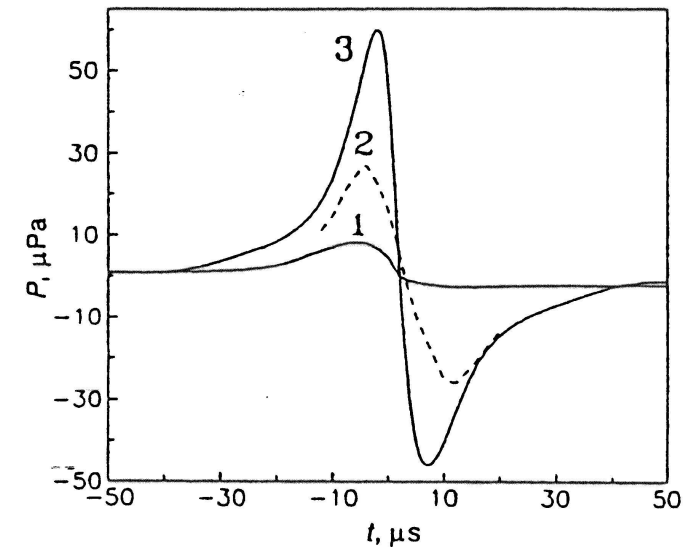
Kalibrationsquelle

Quelle, die akustisches Signal aufgrund eines Schauers in Wasser simuliert, zur Kalibration der Hydrophone in einem Tiefsee-Detektor.

Schauer hat zylindrische Form:
Länge einige m, Durchmesser einige cm,
Energiedeposition \geq einige PeV

Bipolarer Puls:

- $p(10 \text{ PeV}, 400 \text{ m}) \approx 60 \mu\text{Pa}$
- Pulsbreite $\approx 20 \mu\text{s}$

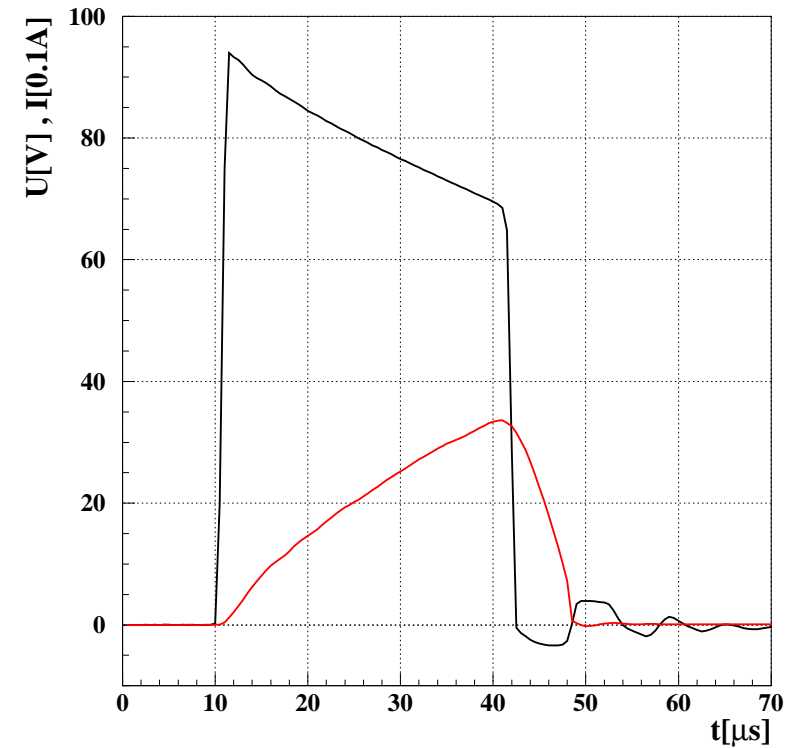
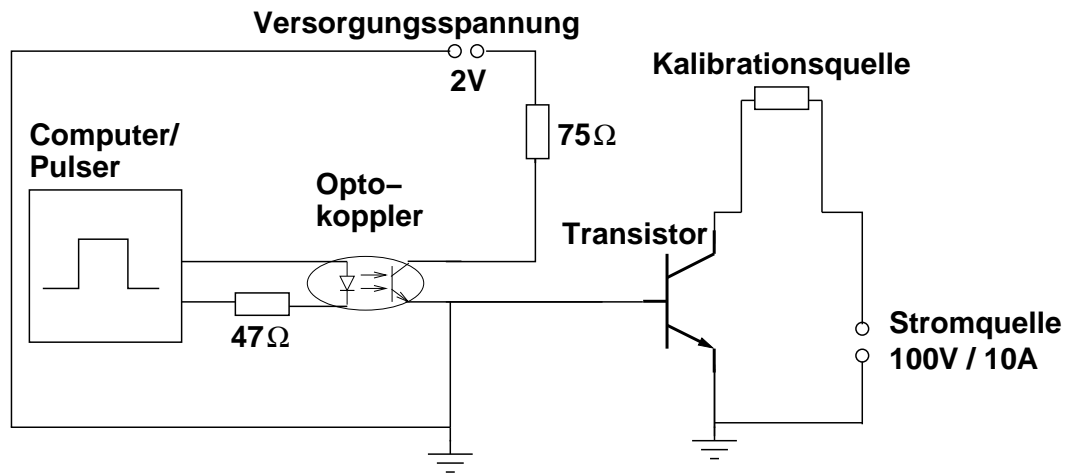


Widerstandsdraht

Isotan (Cu 55%, Ni 44%, Mn 1%),
Länge 9 cm, Durchmesser 80 μm \rightarrow Widerstand 9.0 Ω



Ansteuerung mit Strompulsen

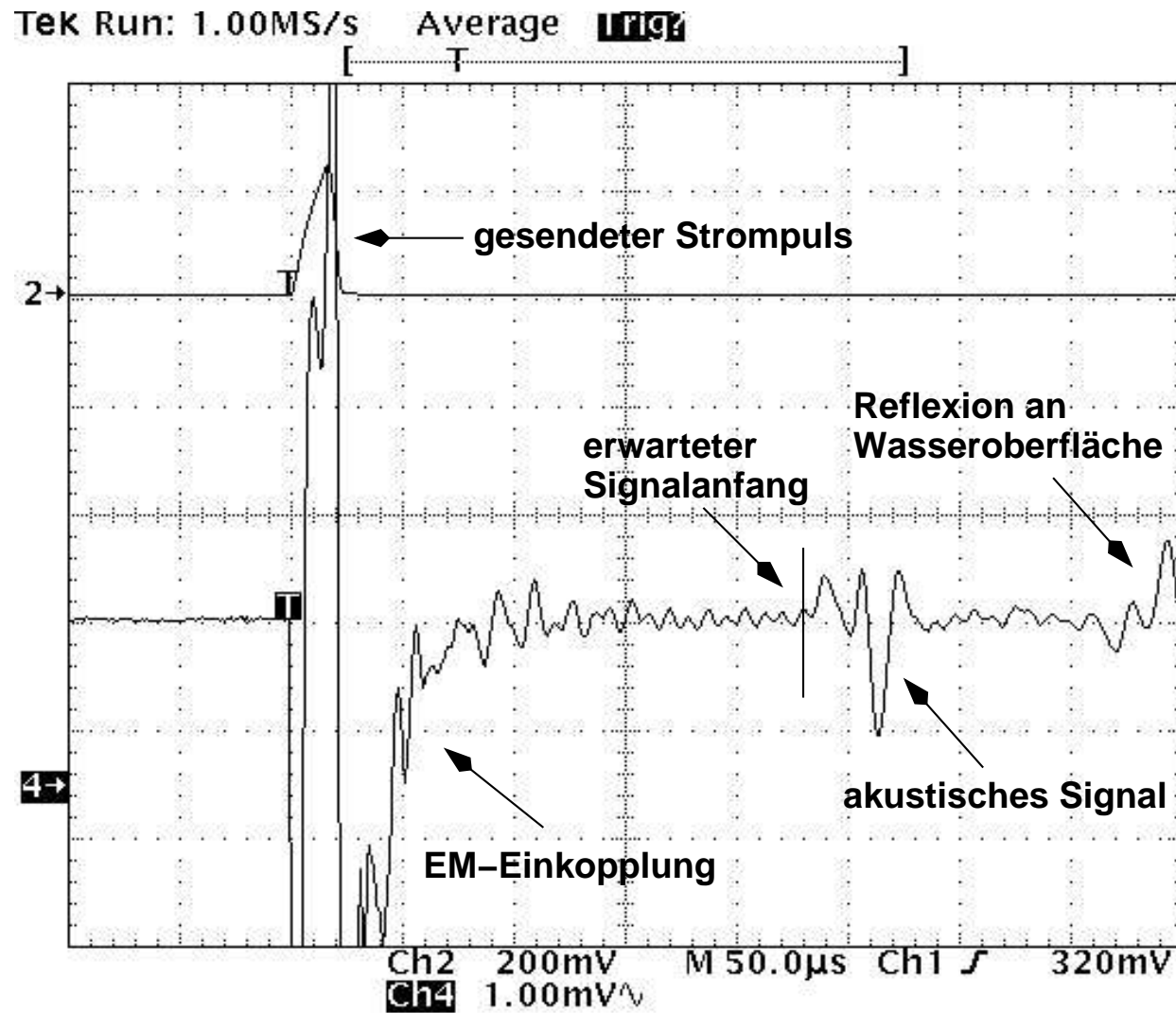


Im Draht deponierte Energie $\approx 5 \text{ mJ} \equiv 31 \text{ PeV}$

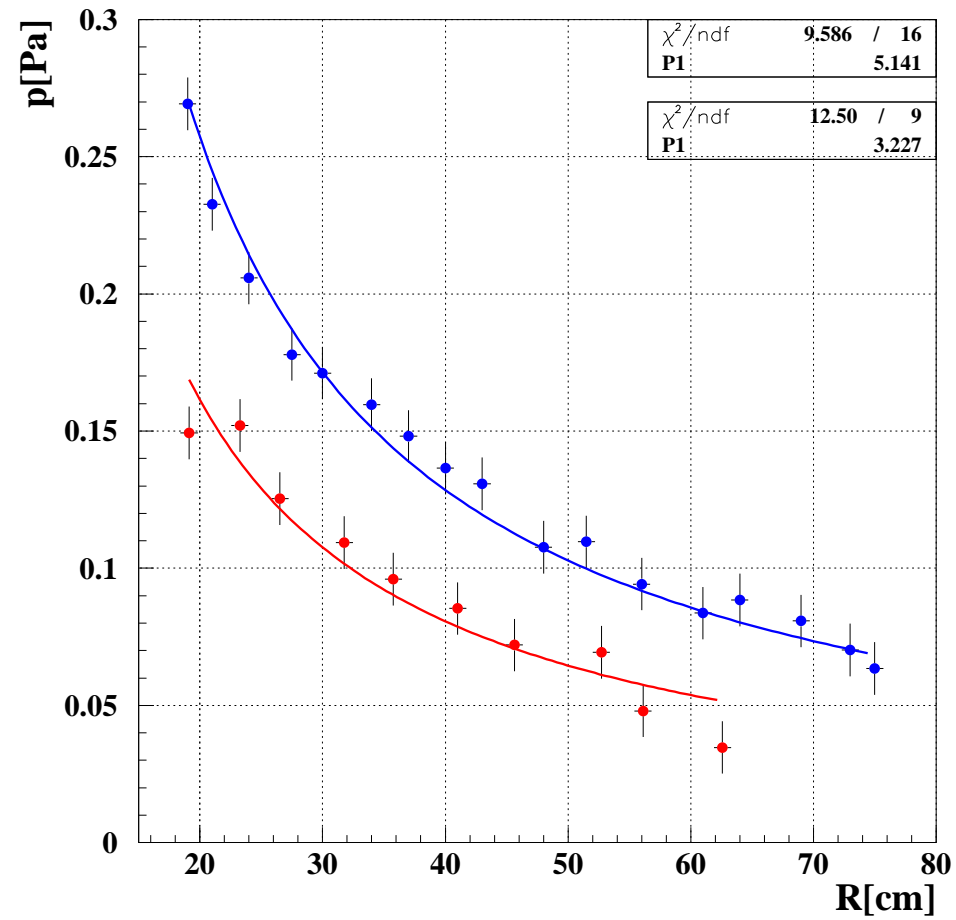
Messaufbau



Signal des Widerstandsdrahtes (Abstand 34 cm)



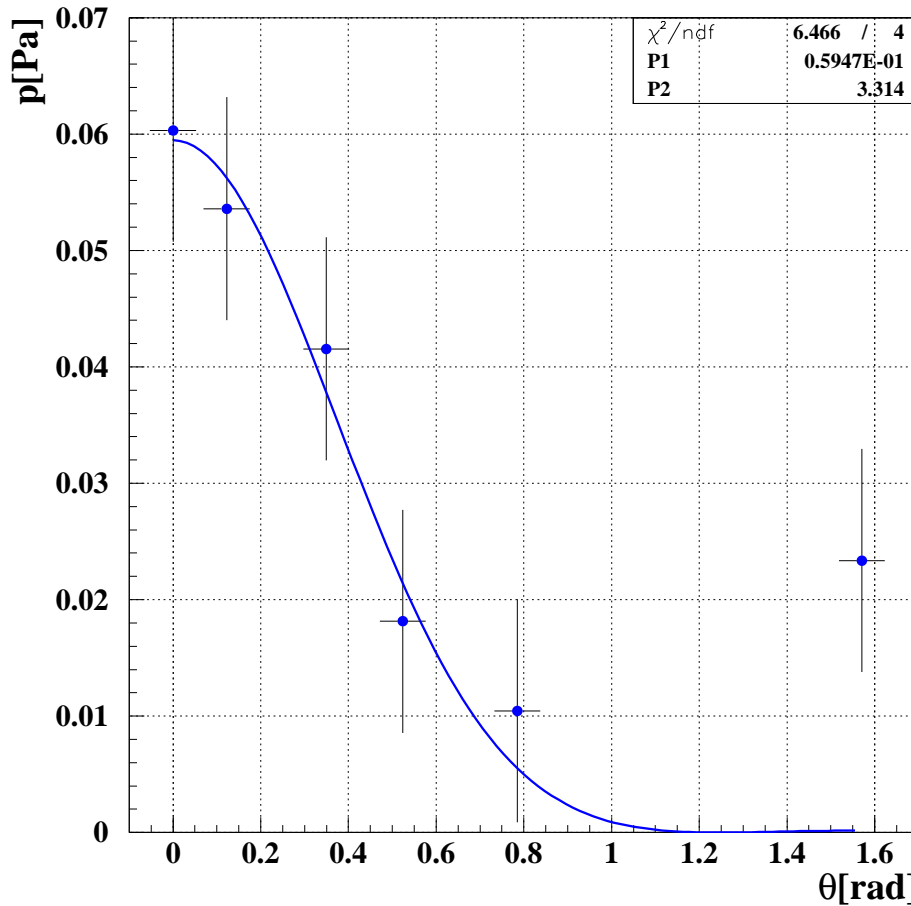
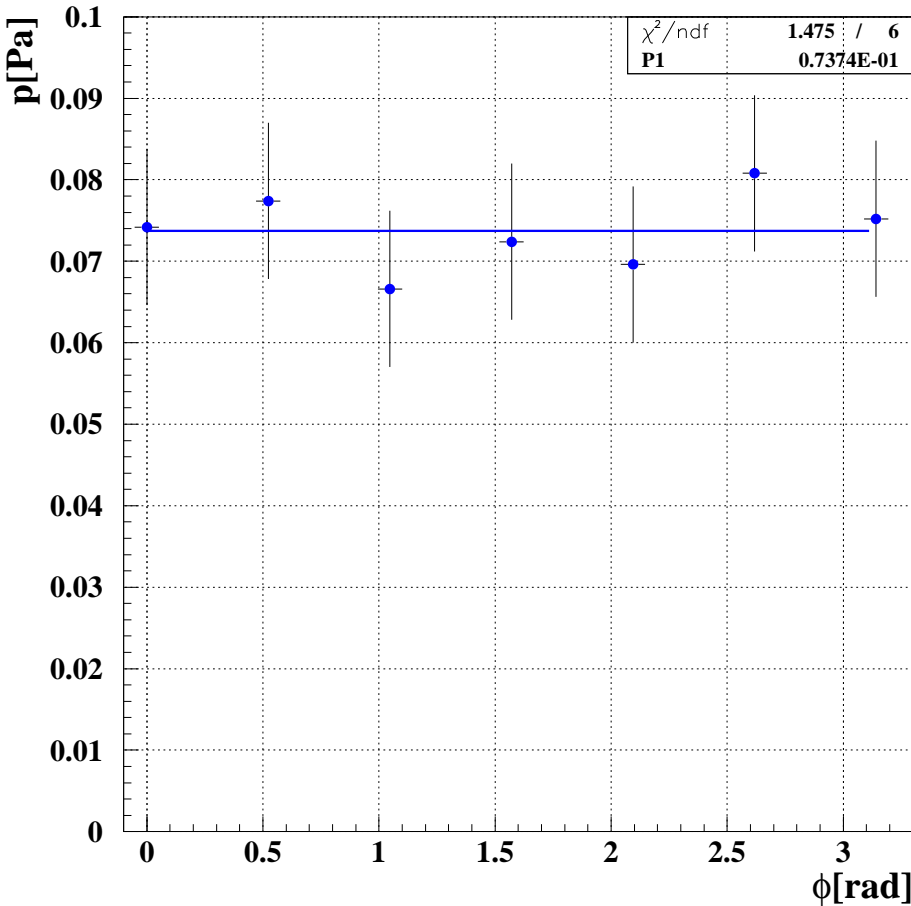
Abstandsabhängigkeit



$p(400 \text{ m}) = 81 \mu\text{Pa}$

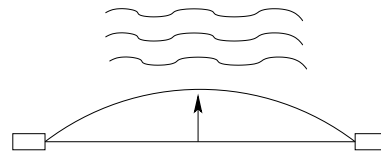
Nahfeld $R < L^2 / \lambda \approx 25 \text{ cm}$

Signalgeometrie



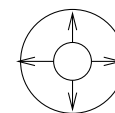
Signalerzeugung

- Wärmeübergang von Draht in das Wasser:
Nein, da keine Temperaturabhängigkeit der Signalamplitude
- Wechselwirkung des Drahtes mit dem Erdmagnetfeld:
Nein, negative Tests mit Hufeisenmagnet
- Verbiegung des Drahtes aufgrund seiner Längenausdehnung

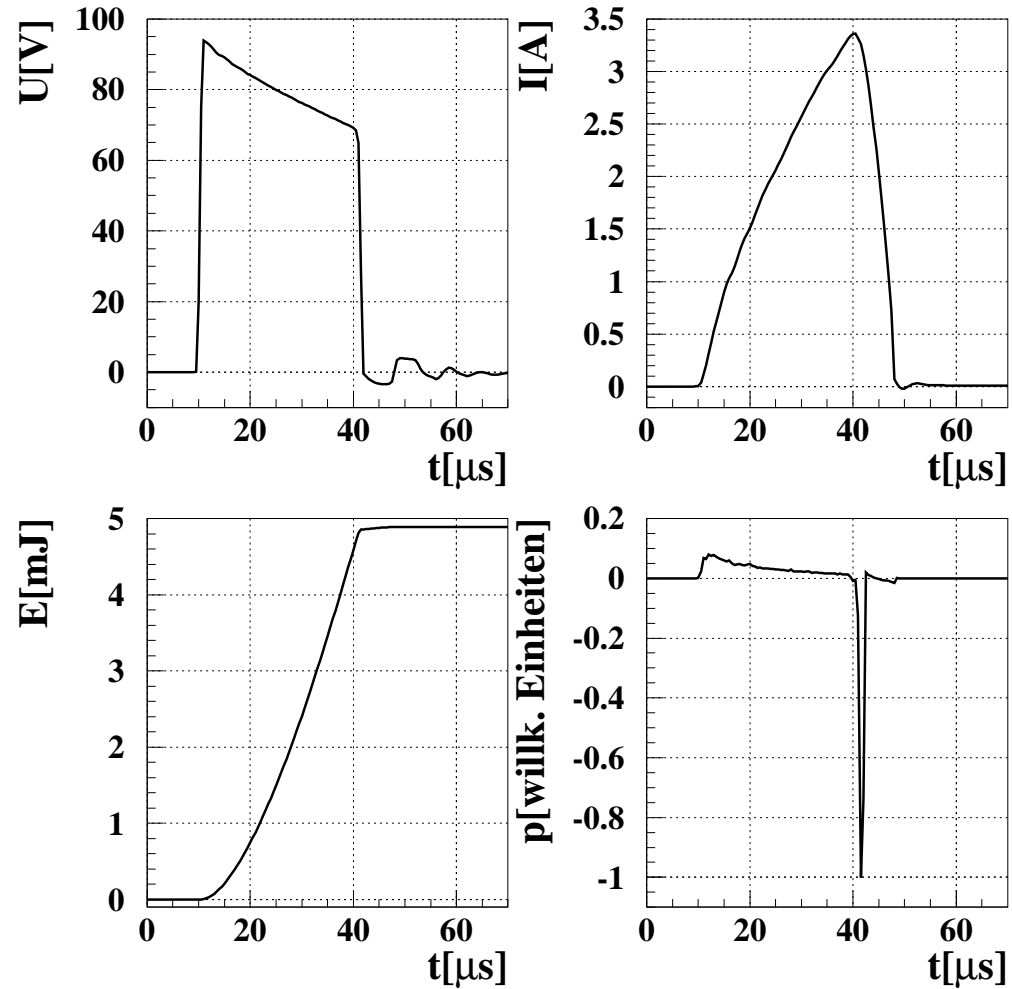


Nein, da keine Abhängigkeit der Amplitude in der Ebene senkrecht zur Drahtachse

- Radiale Wärmeausdehnung des Drahtes



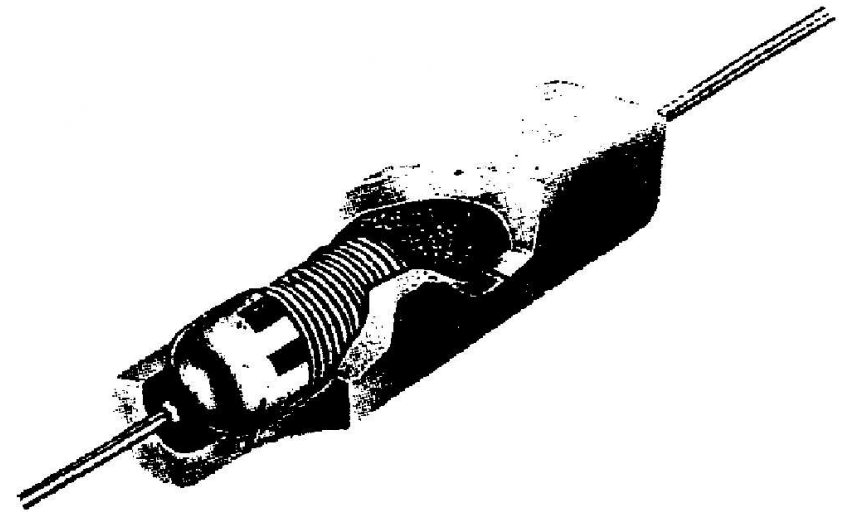
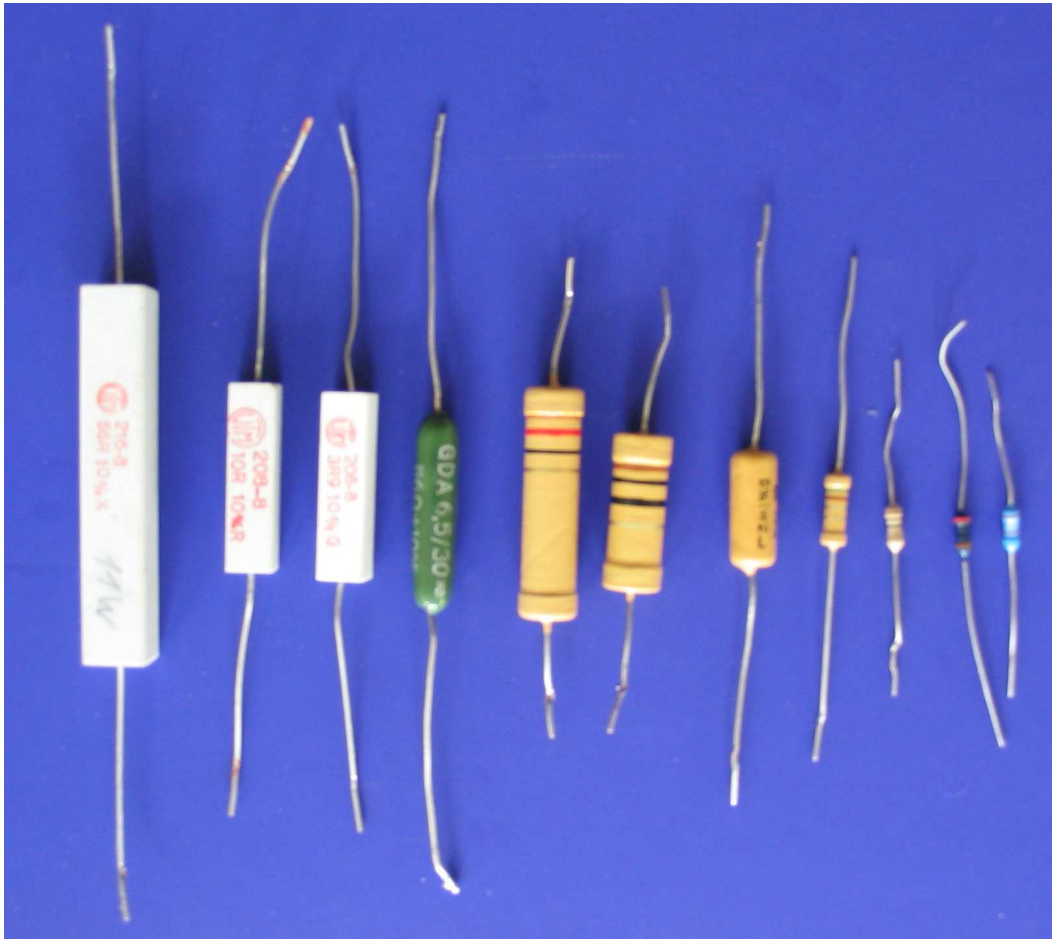
Signalberechnung



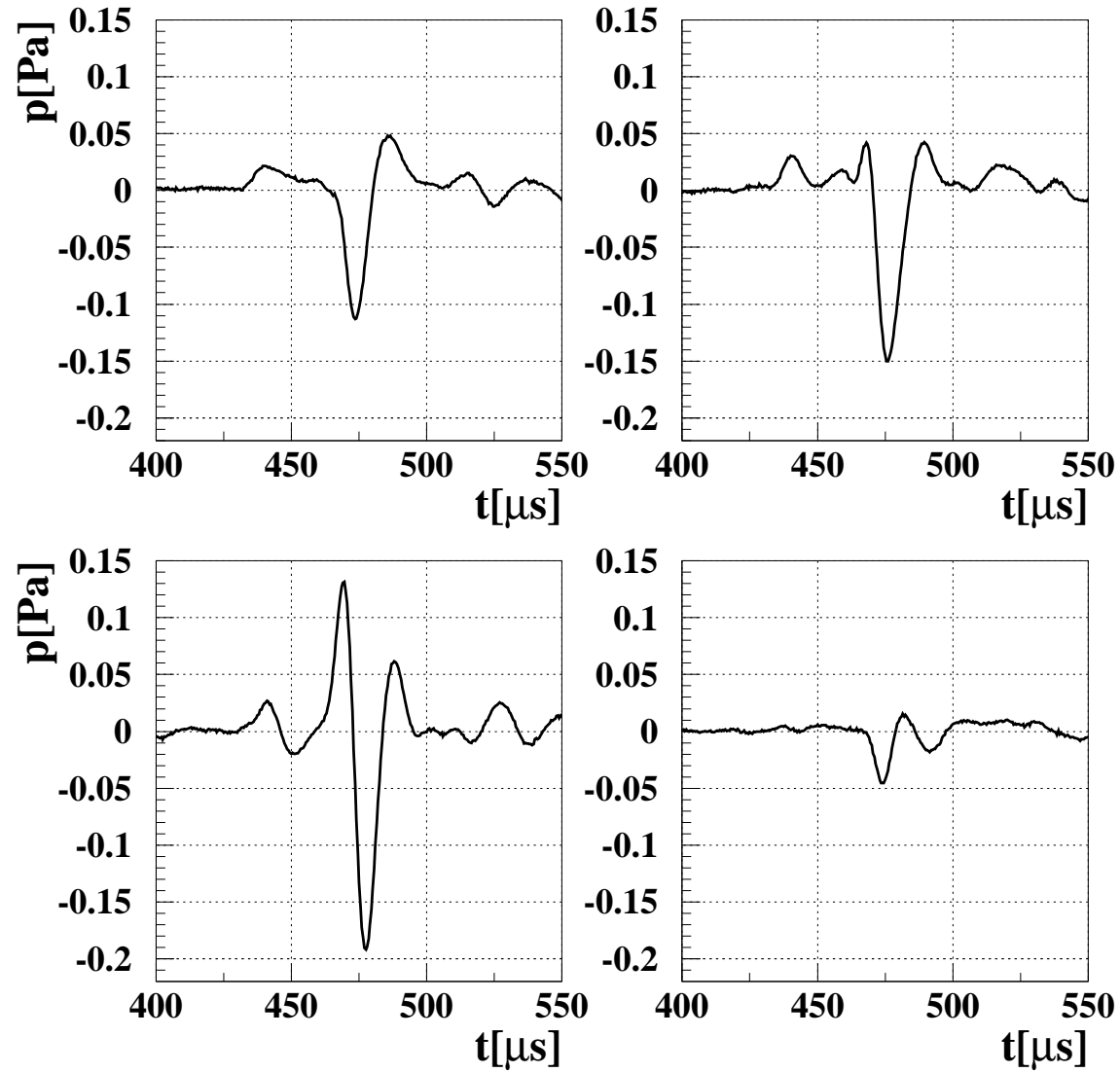
$$p(t) \propto \ddot{A}(t - \rho/c_s)$$

Widerstände

handelsübliche Draht- oder Metallfilmwiderstände
Widerstand 3.9 - 56 Ω



Signal von Widerständen (Abstand 35 cm)



Zusammenfassung und Ausblick

- Widerstandsdraht und Widerstände erzeugen akustisches Signal
- Die zeitliche Struktur des Signals ähnelt der erwarteten
- Signalgeometrie stimmt im gemessenen Bereich überein
- Kein thermoakustischer Prozess des Wassers
- Einsatztauglichkeit ?

⇒ Weitere Untersuchungen notwendig

Alternativen: Laser, Piezostab, ...