

Projektpraktikum 2007

Andreas Kaldun, Anna Kopp, Sören Kumkar, Marcel Wunram, Andreas Zusan

Rotierendes Schwerependel

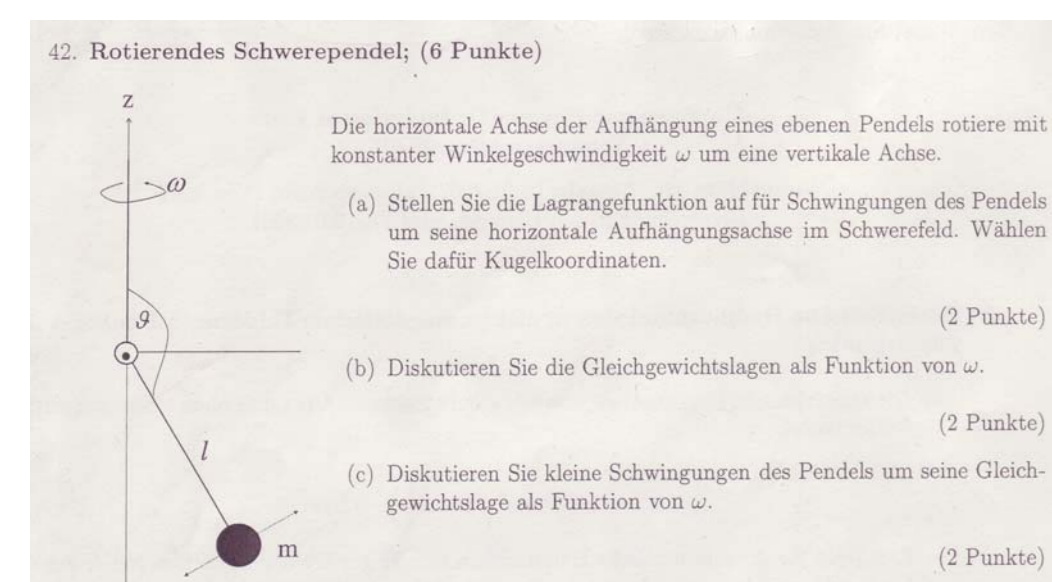


Abbildung 1: Aufgabe 42 aus dem dritten Semester

Motivation

- Experimentelle Überprüfung einer Aufgabe zur analytischen Mechanik aus dem dritten Semester
- Die Gleichgewichtslagen und der Frequenzverlauf kleiner Schwingungen eines Pendels, das im Schwerfeld der Erde rotiert, soll näher untersucht werden
- Theorie basierend auf der des mathematischen Pendels

Verhalten abhängig von Rotationsfrequenz

• Idealierte Eigenfrequenz des ruhenden Pendels: $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$

• Für die stabilen Gleichgewichtslagen q_0 in Abhängigkeit von der Rotationsfrequenz ω gilt:

• Für die Eigenfrequenz $\bar{\omega}$ des rotierenden Pendels in Abhängigkeit von der Rotationsfrequenz ω gilt:

$$q_0(\omega) = \begin{cases} 180^\circ & : 0 \leq \omega \leq \omega_0 \\ 180^\circ - \arccos\left(\frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right) & : \omega_0 \leq \omega \end{cases}$$

$$\bar{\omega}(\omega) = \begin{cases} \sqrt{\omega_0^2 - \omega^2} & : 0 \leq \omega \leq \omega_0 \\ \sqrt{\omega^2 - \frac{\omega_0^4}{\omega^2}} & : \omega_0 \leq \omega \end{cases}$$

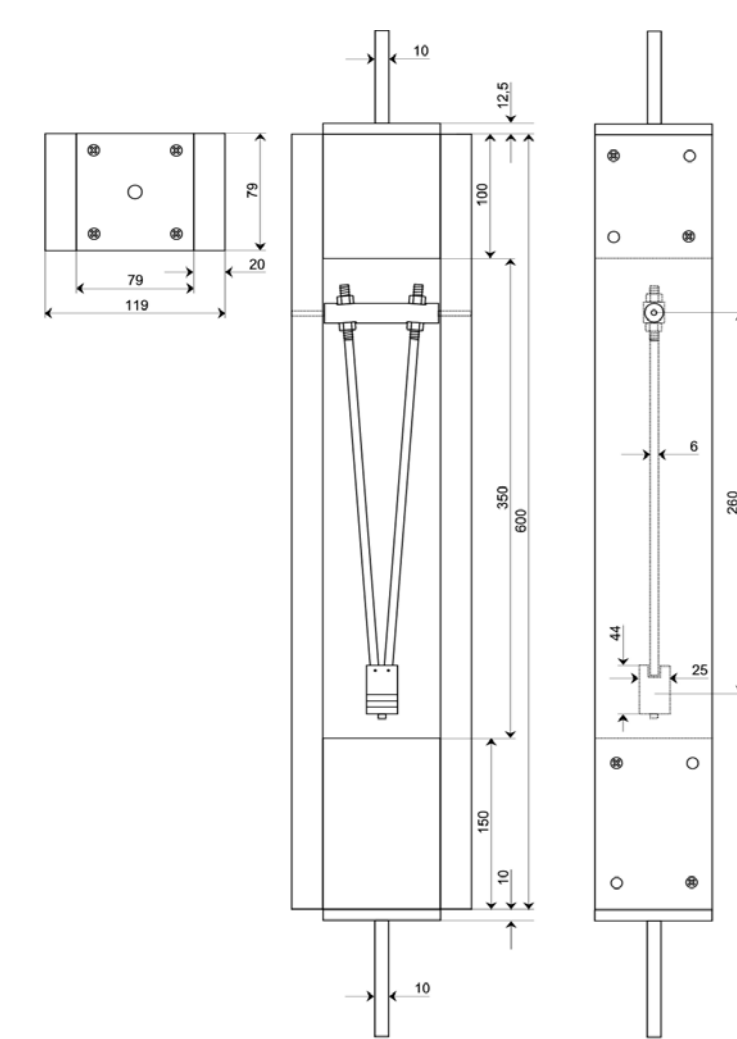


Abbildung 2: Skizze des eigentlichen Pendelaufbaus

Versuchsaufbau

- Drehbar gelagerter, senkrecht eingespannter Holzquader als Rotationskörper
- In mittiger Aussparung ist bifilar aufgehängtes Pendel angebracht
- Der Antrieb erfolgt über einen oben befestigten Elektromotor
- Messung mit Hilfe einer Lichtschranke und mechanischen Stoppuhren

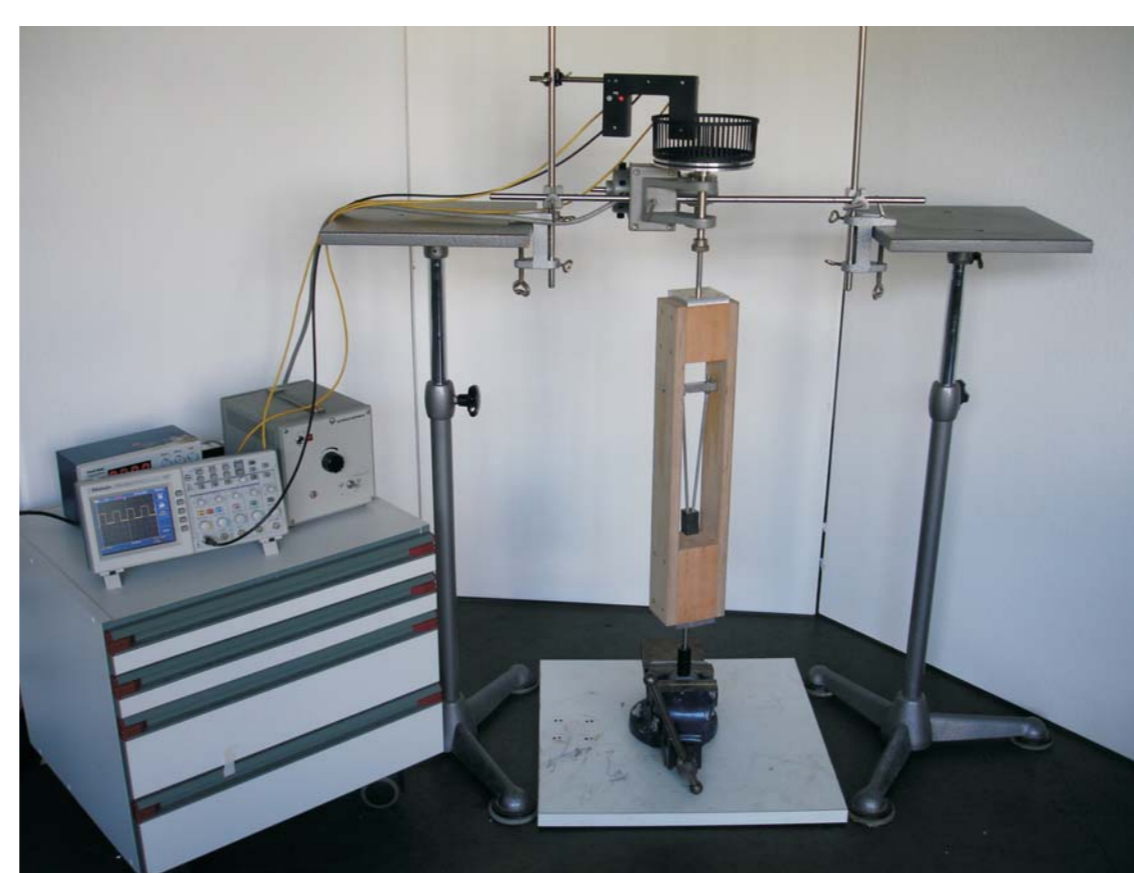


Abbildung 3: Versuchsaufbau

Versuchsergebnis Gleichgewichtslagen

- Das vorhergesagte Verhalten konnte im Versuch beobachtet werden (siehe Abbildung 4)
- Die aus den Messwerten berechnete Eigenfrequenz weicht um 2.8% nach oben ab
- Abweichung könnte über die Theorie des physikalischen Pendels erklärt werden

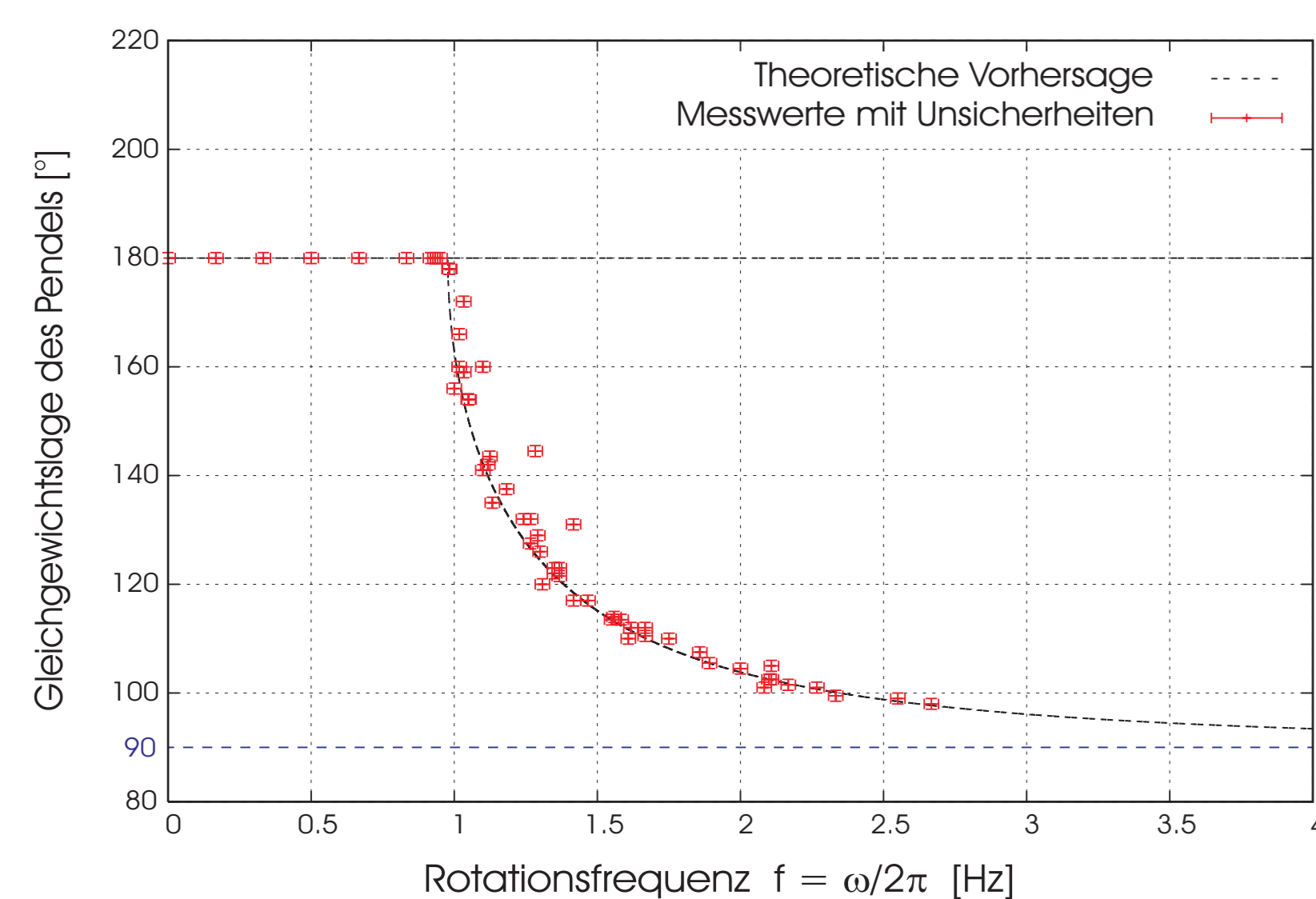


Abbildung 4: Vermessung der Gleichgewichtslagen

Versuchsergebnis Eigenfrequenzen

- Auch dieses Verhalten konnte experimentell bestätigt werden (siehe Abbildung 5)
- Es ergab sich eine Abweichung von nur 0.8%
- Schwingungen bei Rotationsfrequenzen oberhalb der Eigenfrequenz konnten mit unserem Aufbau zwar beobachtet, jedoch nicht vermessen werden

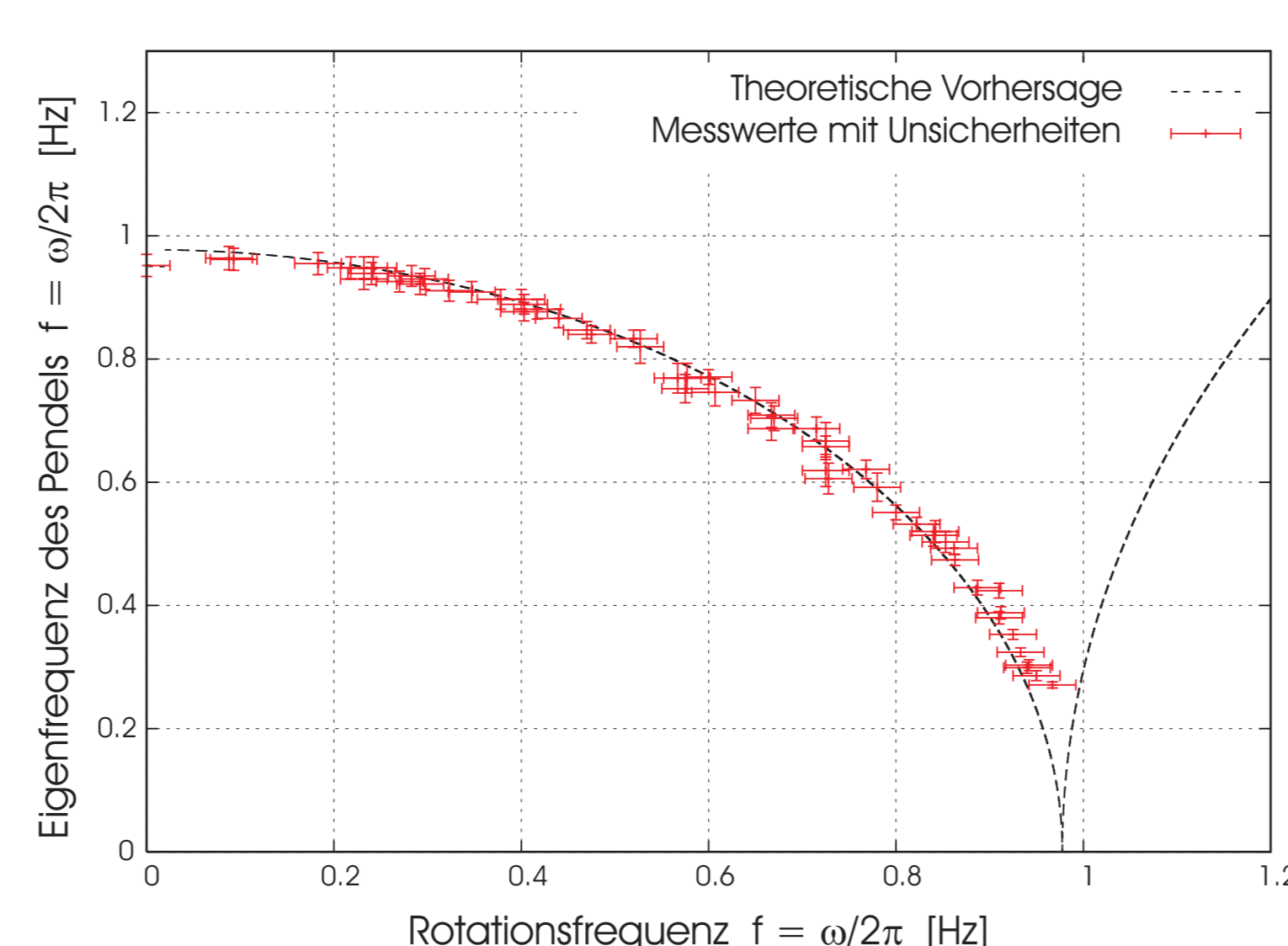
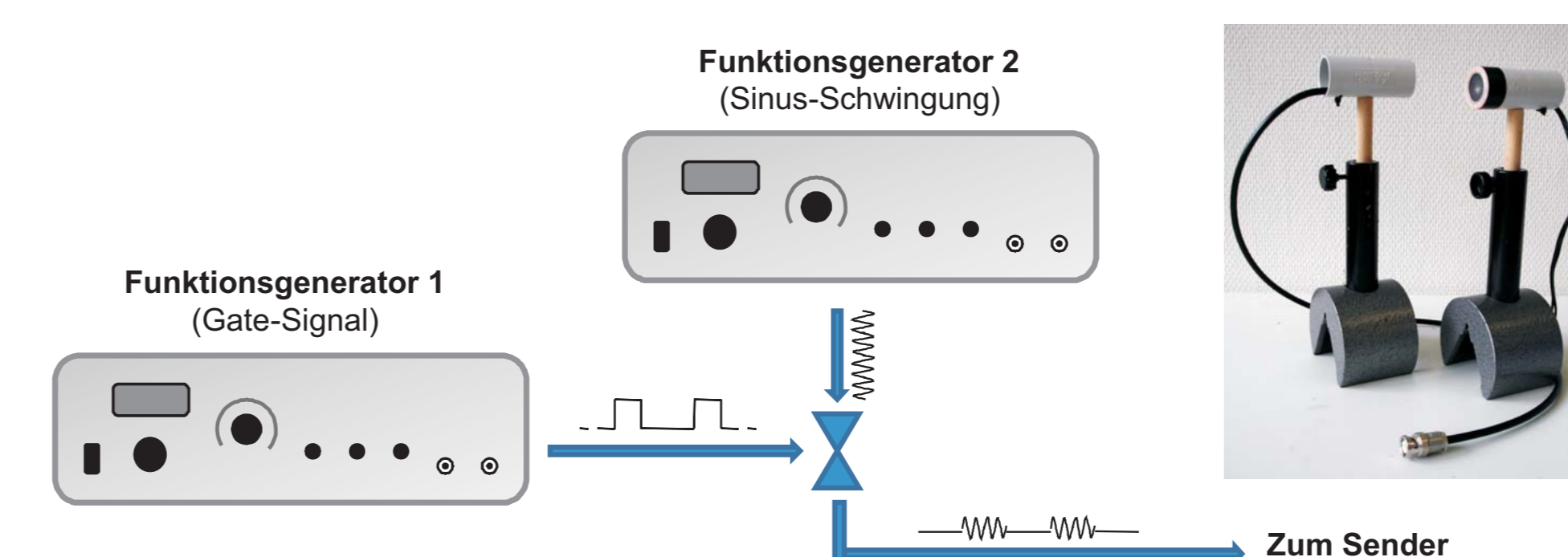


Abbildung 5: Vermessung der Eigenfrequenzen

Erzeugung und Ausbreitung von Ultraschall

Motivation

Die (näherungsweise) konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls ermöglicht eine Bestimmung von Längen über die Laufzeit von Signalen. Diesen Umstand wollten wir im Rahmen der Versuche untersuchen.

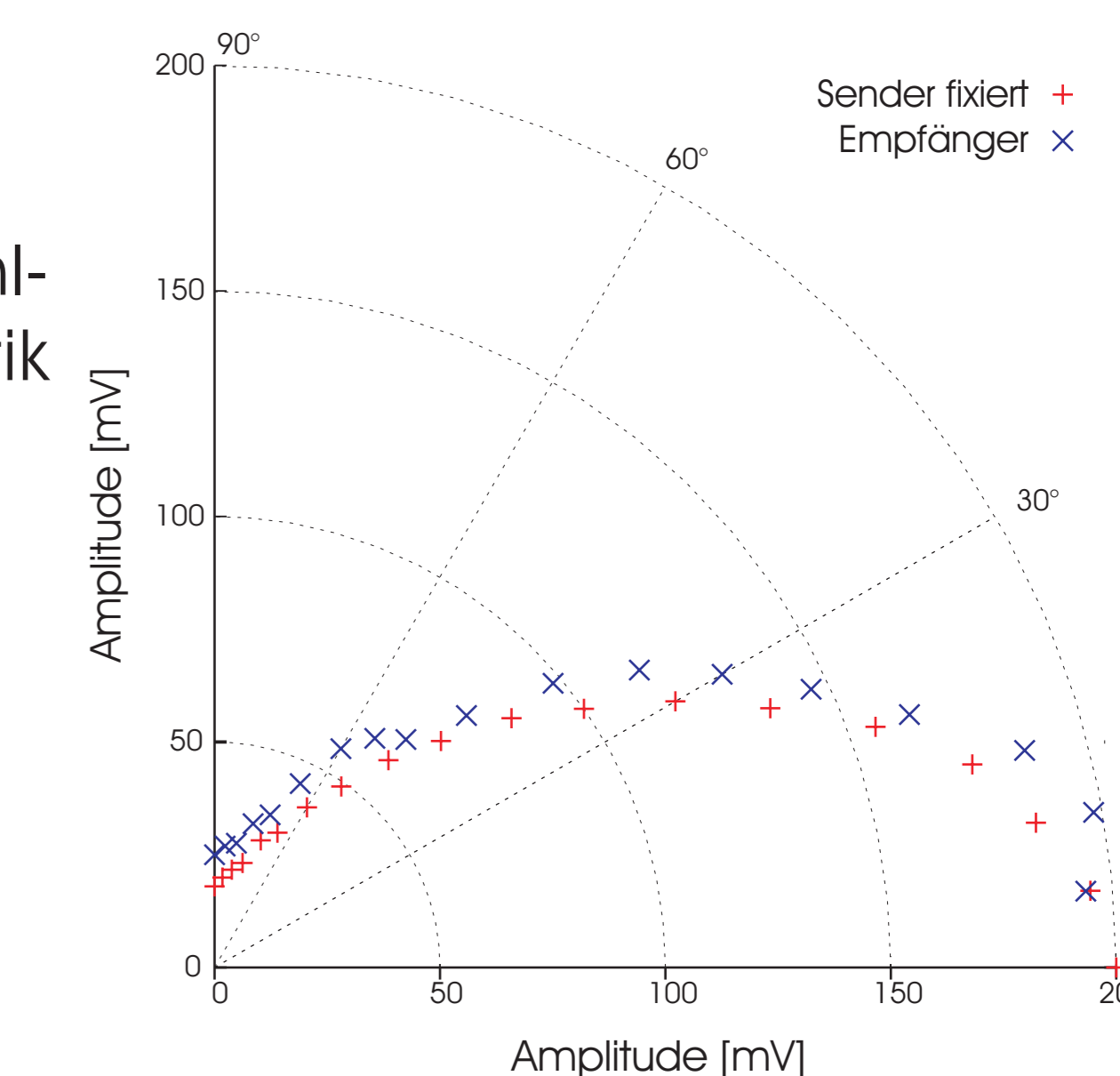
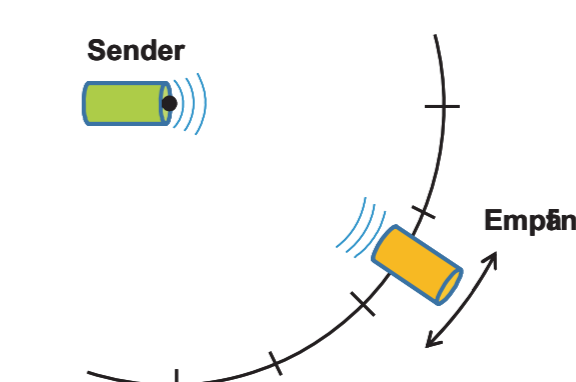


Der gesamte Versuchsaufbau



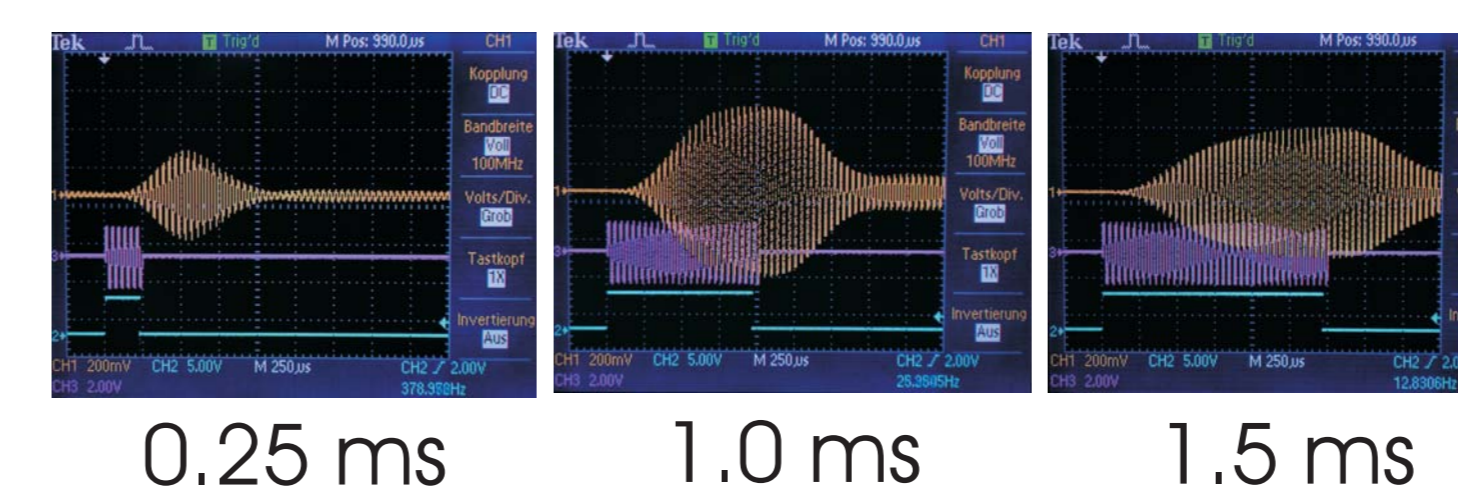
Winkelabhängigkeit

Untersuchung der Abstrahl- und Empfangscharakteristik der Schallwandler

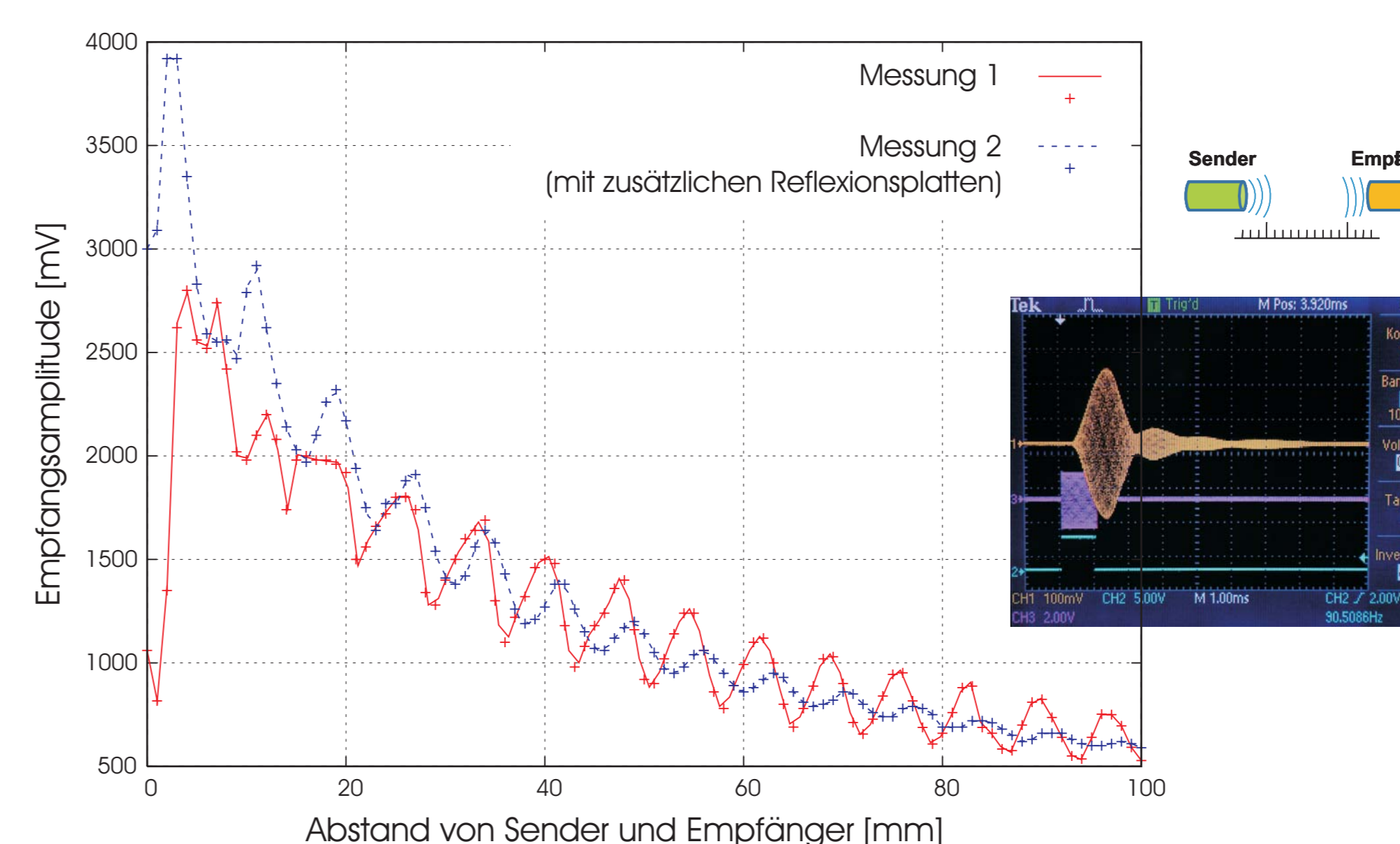


Unterschiedliche Pulsängen

Sender und Empfänger benötigen eine Einschwingzeit von etwa 1 ms.

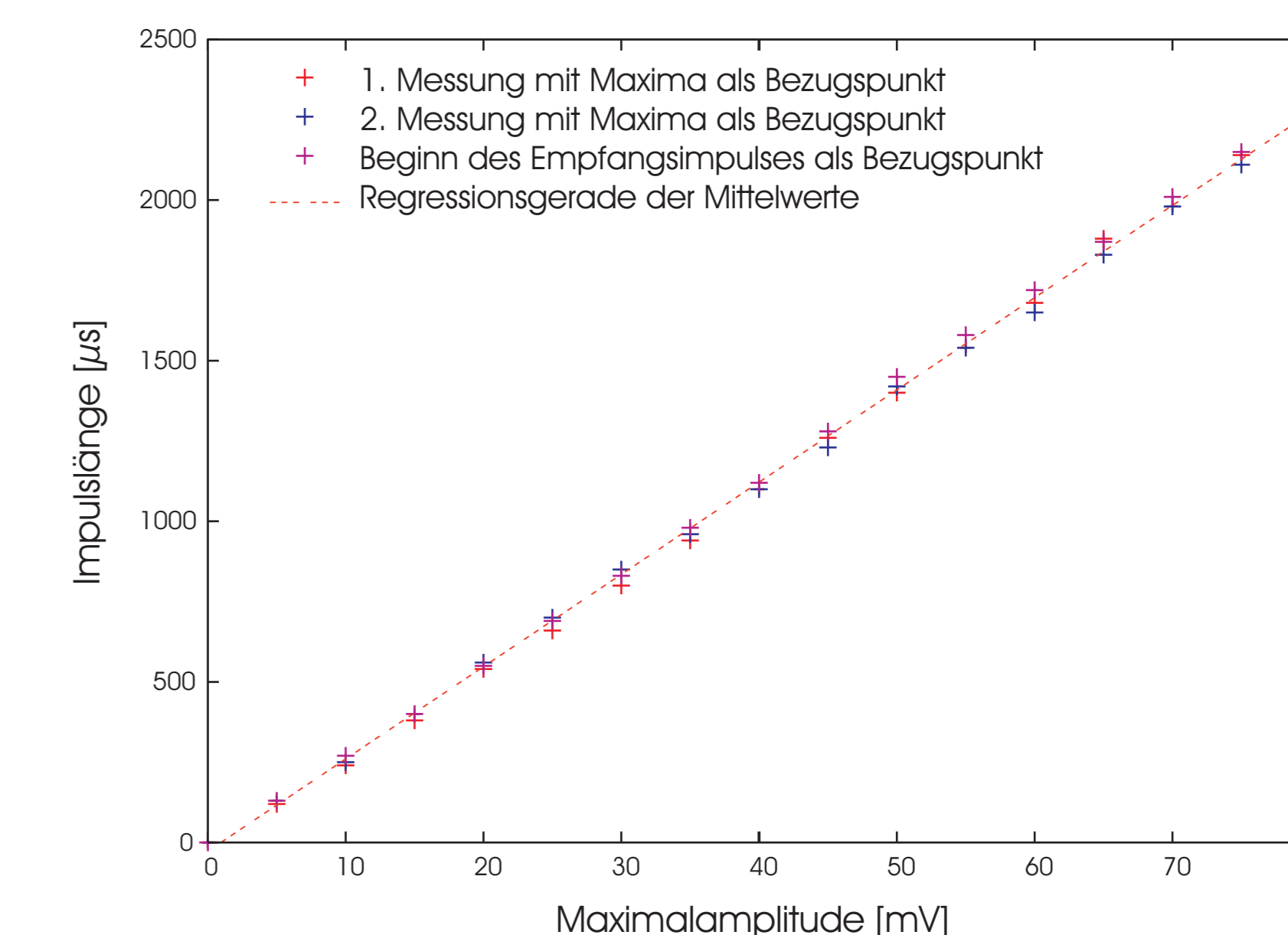


Anzeichen einer **stehenden Welle** zwischen Sender und Empfänger. Diese bilden einen Resonator.



Laufzeitmessungen

- Reichweite (Reflexionsmessung) > 1m
- Genauigkeit etwa 1.2 cm
- Aus der Steigung der Ausgleichsgeraden ergibt sich eine Schallgeschwindigkeit von 348(2) m/s



Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten

- Probleme beim Finden eines festen Bezugspunktes in den Pulsen
- Spezielle Auswertelektronik könnte zu Verbesserungen führen