

Laborpraktikum Prozessmesstechnik

Piezoelektrische Wandler

LV-Nummer: 146307

Lehrveranstaltungsleiter: Prof. Dr. Alexander Sutor
Semester: WS 22/23

von

Alex Unterkircher 11817754
Stefan Kaufmann 51867606

Innsbruck, Januar 2023

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
2 Aufbau	2
2.1 Charakteisierung des Wandlers	2
2.2 Messung der Schallgeschwindigkeit	2
2.3 Materialprüfung	3
3 Messungen	4
3.1 Charakteisierung des Wandlers	4
3.2 Messung der Schallgeschwindigkeit	5
3.3 Materialprüfung	6
4 Auswertung	8
4.1 Charakteisierung des Wandlers	8
4.2 Messung der Schallgeschwindigkeit	8
4.3 Materialprüfung	8
5 Zusammenfassung	9
5.1 Charakteisierung des Wandlers	9
5.2 Messung der Schallgeschwindigkeit	9
5.3 Materialprüfung	9
Literaturverzeichnis	10

Abbildungsverzeichnis

1.1	Piezoelektrische Scheibe mit Ersatzschaltbild [1]	1
2.1	Messaufbau Schallgeschwindigkeit zweiter Versuch	3
3.1	Impedanzgang des Piezowandlers	4
3.2	Impedanzgang unterhalb der ersten Resonanz	5
3.3	Gegenüberstellung der Laufzeitmessung bei einer Anregung von $V_{pp} = 5 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$	7

Tabellenverzeichnis

3.1 Laufzeitmessung bei unterschiedlichen Frequenzen und Empfangsamplitude	6
--	---

1 Einleitung

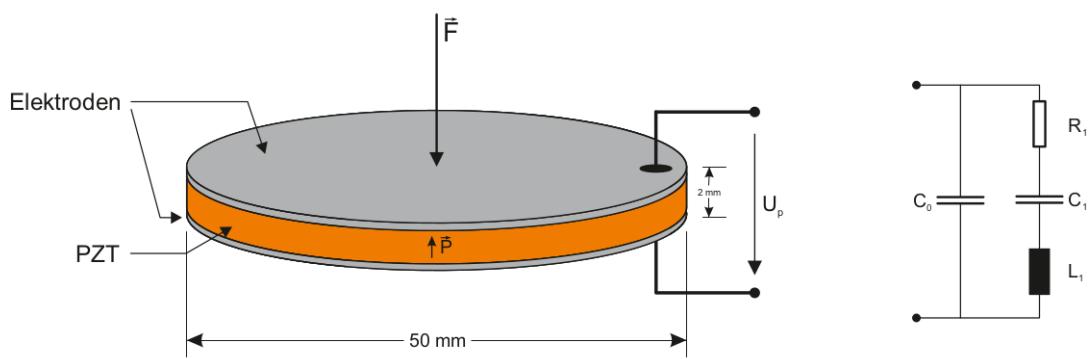


Abbildung 1.1: Piezoelektrische Scheibe mit Ersatzschaltbild [1]

2 Aufbau

Der Versuchsaufbau ist in drei Aufbauten unterteilt. Der erste befasst sich mit der Charakterisierung des piezoelektrischen Wandler. Aufbau zwei und drei befassen sich mit der Messung der Schallgeschwindigkeit bzw. die Messung der Laufzeit des Signals. Für die Aufbauten zwei und drei wird eine Benetzung der Kontaktflächen mit Ultraschallgel vorrausgesetzt.

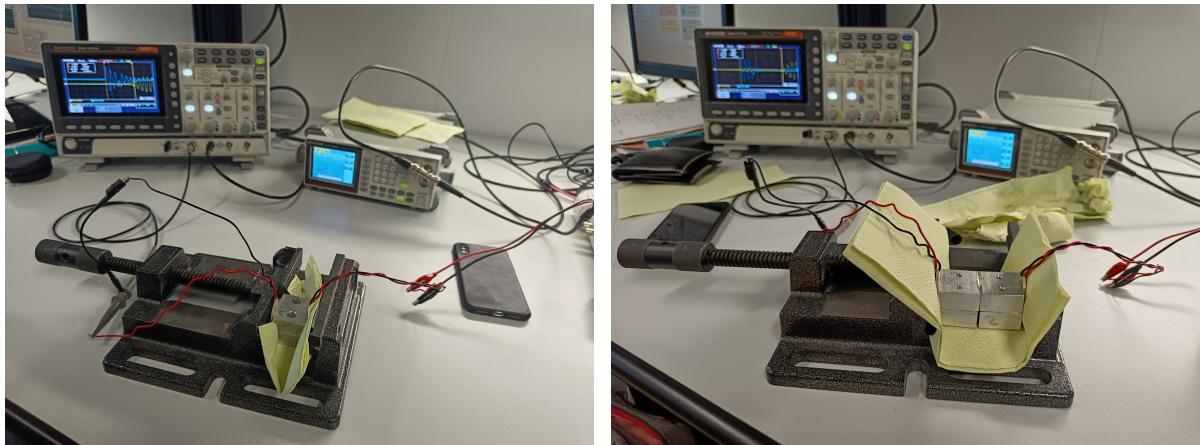
2.1 Charakterisierung des Wandlers

Zur Messung des Impedanzgangs des Wandlers wird der Piezo in Serie mit einem definierten Widerstand geschalten. Der Widerstand dient dabei zur bestimmung des Stromes. Dabei wird die Spannung vor und nach dem Widerstand (51Ω , 2200Ω) abgegriffen. Daraus kann der Strom berechnet werden $I = \frac{U}{R}$. Die Auswertung erfolgt über eine Frequnezmodulation bei einer Amplitude von $V_{pp} = 5V$ über das LabVIEW-Programm impedance.vi [1].

2.2 Messung der Schallgeschwindigkeit

Die Schallgeschwindigkeit wird über zwei Piezowandler und dem einem Probekörper gemessen. Ein Wandler wird dabei an einen Funktionsgenerator angeschlossen ($V_{pp} = 5V, f = 800kHz, 1MHz, 1.4MHz$), dieser dient als Sender der Schallwelle. Der zweite Piezowandler wird gegenüber den ersten angebracht und an ein Oszilloskop angeschlossen. Der Aufbau ist in Abbildung 2.1 ersichtlich. Die Einspannung dient dabei der Fixierung des Aufbaus. Mittels der Laufzeit (Differenz aus Anregung und Empfang des ersten Messsignals) kann die Ausbreitungsgeschwindigkeit berechnet werden. $c = \frac{\lambda}{T}$ Hierbei entspricht λ der Breite des Probelörpers und T der Laufzeit. Der Versuch wird anschließend mit zwei Probekörpern in Serie wiederholt.

2 Aufbau



a) Messaufbau mit einem Probekörper

b) Messaufbau mit zwei Probekörpern

Abbildung 2.1: Messaufbau Schallgeschwindigkeit zweiter Versuch

2.3 Materialprüfung

Für die Materialprüfung werden drei Probekörper vorbereitet. Einer besteht aus homogenen Material, einer beinhaltet kleine Lufteinschlüsse und ein weiterer große Lufteinschlüsse. Der Aufbau wird wie in Abschnitt 3.2 beschrieben durchgeführt. Der einzige Unterschied ist, dass die Probekörper parallel zur Schnittfläche untersucht werden.

3 Messungen

Das nachfolgende Kapitel legt die Ergebnisse der Messungen dar.

3.1 Charakterisierung des Wandlers

Die Ermittlung des Impedanzgangs ist in Abbildung 3.1 dargestellt. Hierbei wurde ein Serienwiderstand von 51Ω verwendet. Der Impedanzgang weist starke Ähnlichkeiten zum Impedanzgang eines Kondensators auf welche mit $|Z| = \frac{1}{f_c}$ charakterisiert ist.

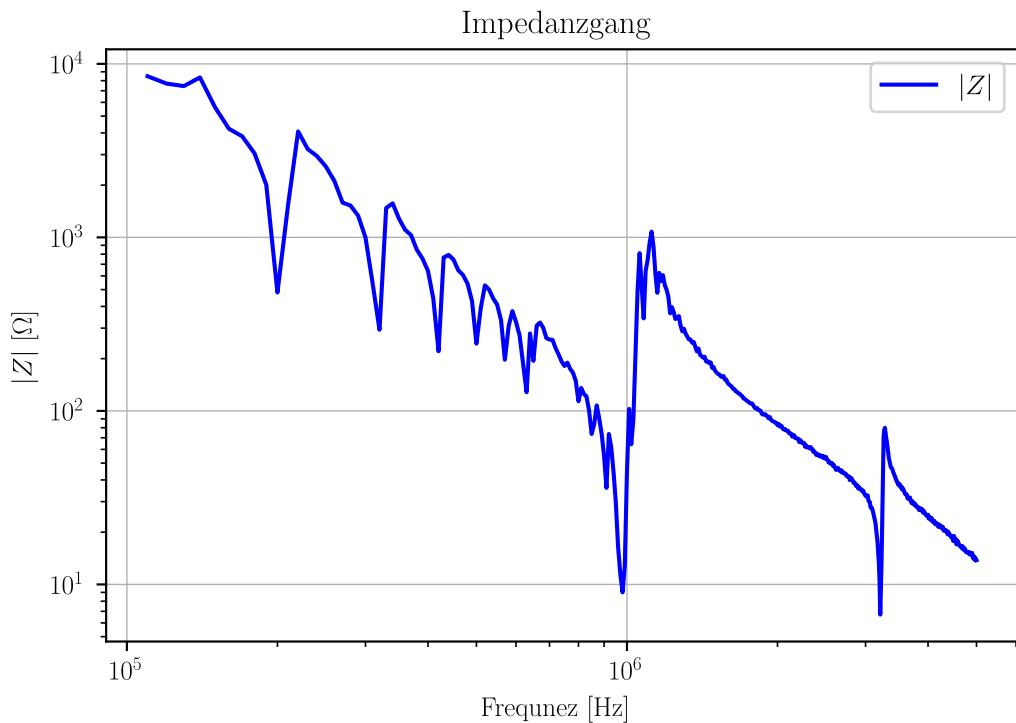


Abbildung 3.1: Impedanzgang des Piezowandlers

3 Messungen

Die genaue Untersuchung der Impedanz unterhalb der ersten Resonanz ist in Abbildung 3.2 dargestellt. Hierbei wird der Impedanzgang mit 51Ω und 2200Ω gegenübergestellt.

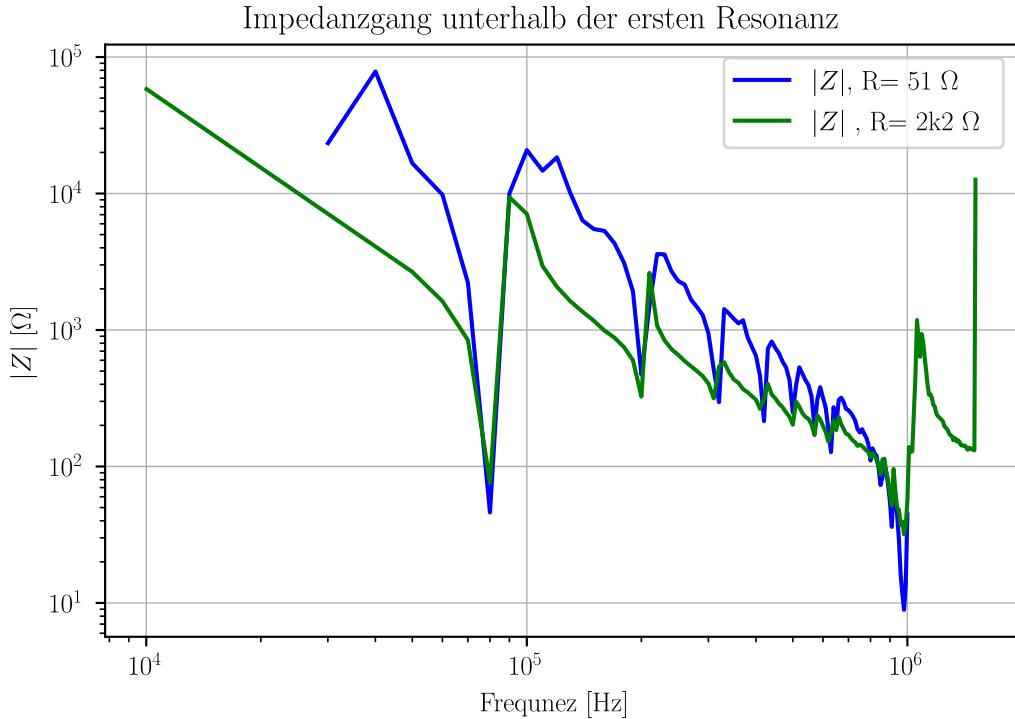


Abbildung 3.2: Impedanzgang unterhalb der ersten Resonanz

3.2 Messung der Schallgeschwindigkeit

Zur Messung der Schallgeschwindigkeit wird im ersten Versuchsaufbau ein Probenkörper mit der Breite 30 mm verwendet. Die Dicke des Piezos beträgt 2 mm. Es ergibt sich eine Laufzeit von $6,1 \cdot 10^{-6}$ s. Beim zweiten Versuch eribt die Laufzeit $10,3 \cdot 10^{-6}$ s. Über den Zusammenhang $c = \frac{\lambda}{T}$ ergeben sich die Ausbreitungsgeschwindigkeiten zu :

$$c = \frac{\lambda}{T} = \frac{32mm}{6.1e-6s} = 5245.90 \frac{m}{s}$$

$$c = \frac{62mm}{6.1e-6s} = 6019.41 \frac{m}{s}$$

3 Messungen

3.3 Materialprüfung

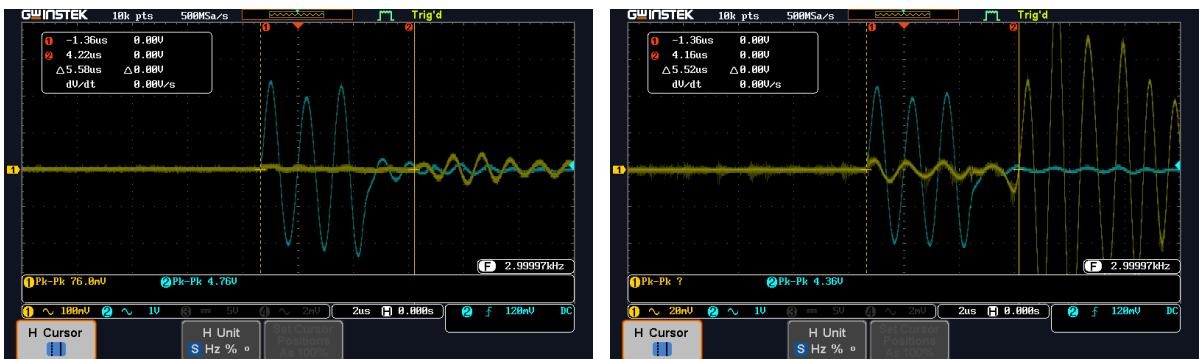
Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse der Laufzeit der einzelnen Probekörpern bei unterschiedlichen Frequenzen dar. Alle Messungen befinden sich dabei zwischen 5,58 µs und 6,10 µs.

Probekörper Nr.	800 kHz	1 MHz	1,4 MHz
1	5.58	6.10	5.38
2	5.30	5.50	5.42
3	5.52	5.46	5.38

Tabelle 3.1: Laufzeitmessung bei unterschiedlichen Frequenzen und Empfangsamplitude

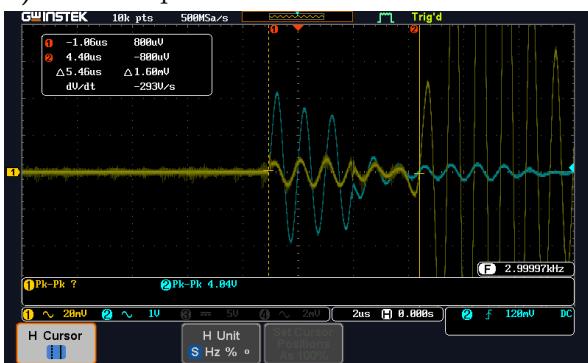
Abbildung 3.3 stellt die Laufzeitmessungen der Probekörper bei 1 MHz gegenüber. Dabei weisen die Amplitudenantworten abhängig vom untersuchten Körper unterschiedliche Amplituden auf. Die Schwingungsantwort von Probekörper einer weiß dabei die geringste und jene vom Körper 3 die größte Amplitude auf.

3 Messungen



a) Probekörper 1

b) Probekörper 2



a) Probekörper 3

Abbildung 3.3: Gegenüberstellung der Laufzeitmessung bei einer Anregung von $V_{pp} = 5 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$

4 Auswertung

4.1 Charakterisierung des Wandlers

4.2 Messung der Schallgeschwindigkeit

4.3 Materialprüfung

5 Zusammenfassung

5.1 Charakterisierung des Wandlers

5.2 Messung der Schallgeschwindigkeit

5.3 Materialprüfung

Literaturverzeichnis

- [1] A. Sutor, *Laborpraktikum-Angaben*, UMIT, 2022.