

Versuch 351

Fourier- Analyse und Sythese

Stefanie Hilgers
Stefanie.Hilgers@tu-dortmund.de

Lara Nollen
Lara.Nollen@tu-dortmund.de

Durchführung: 14.11.2018

Abgabe: 21.11.2018

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	3
2	Durchführung	3
3	Auswertung	3
3.1	Acrylblock A-Scan	3
3.2	Acrylblock B-Scan	6
3.3	Herzmodell TM-Scan	7
4	Diskussion	8

1 Theorie

2 Durchführung

3 Auswertung

3.1 Acrylblock A-Scan

Die mit der Schieblehre gemessenen Maße des Acrylblocks und der Bohrungen sind in Tabelle 1 zu finden.

Tabelle 1: Maße des Blocks, gemessen mit der Schieblehre.

Bohrung	$s_{\text{oben}}/ \text{ mm}$	$s_{\text{unten}}/ \text{ mm}$	Größe $S/ \text{ mm}$
1	19,00	60,00	-
2	17,00	61,00	-
3	61,00	13,00	6,00
4	54,00	22,00	5,00
5	42,00	30,00	4,00
6	39,00	39,00	3,00
7	31,00	47,00	3,00
8	22,00	55,00	3,00
9	15,00	63,00	3,00
10	7,00	71,00	3,00
11	55,00	15,00	10,00

Höhe des Blocks: $h = 80,00 \text{ mm}$

In Tabelle 2 sind die Messwerte für die Tiefe der Störstellen von beiden Richtungen (Block in normaler Position s_{oben} und umgedreht s_{unten}), sowie der Durchmesser der Störstellen dargestellt. Hier wird die 2 MHz Sonde verwendet.

Tabelle 2: Messwerte für die Tiefe der Bohrungen mit der 2 MHz Sonde.

Bohrung	$s_{\text{oben}}/ \text{ mm}$	$s_{\text{unten}}/ \text{ mm}$	Größe der Bohrung $S/ \text{ mm}$
1	20,57	60,67	1,82
2	18,80	62,43	1,83
3	63,76	14,84	4,46
4	56,41	22,77	3,88
5	48,92	31,14	3,12
6	41,57	39,81	1,68
7	33,64	47,74	1,68
8	25,41	55,97	1,68
9	17,33	63,76	1,97
10	9,28	72,13	1,65
11	58,03	16,75	8,28

Die Höhe des Blocks wird mit $h = 81,53 \text{ mm}$ gemessen. Der Vergleich mit Wert der mit der Schieblehre gemessen wurde ergibt sich eine Differenz von $\Delta h = 1,53 \text{ mm}$. Diese Differenz ist auf die Schutzschicht der Sonden zurückzuführen, da diese zweimal durchlaufen wird ergibt sich eine Dicke von $h_{\text{Schutz}} = 0,765 \text{ mm}$. Von den gemessenen Werten müssen in der Rechnung also $1,53 \text{ mm}$ abgezogen werden, damit die Schutzschicht die Werte für die Lage der Bohrungen nicht verfälscht.

Die Größe der Störstellen berechnet sich nach

$$S = h - s_{\text{oben}} - s_{\text{unten}}, \quad (1)$$

diese ist ebenfalls in Tabelle 2 zu sehen.

Die Bohrungen 1 und 2 werden zusätzlich mit der 1 MHz Sonde vermessen, die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zu sehen. Hier wird die Höhe des Blocks mit $h = 83,00 \text{ mm}$ gemessen, die Differenz beträgt $\Delta h = 3,00 \text{ mm}$. Also ist die Schutzschicht bei dieser Sonde $h_{\text{Schutz}} = 1,00 \text{ mm}$ dick.

Tabelle 3: Messwerte für die Tiefe der Bohrungen 1 und 2 mit der 1 MHz Sonde.

Bohrung	$s_{\text{oben}}/ \text{ mm}$	$s_{\text{unten}}/ \text{ mm}$	Größe der Bohrung $S/ \text{ mm}$
1	21,74	62,14	2,12
2	20,13	63,90	1,97

Außerdem wurde die Grafik des A-Scans der 1 MHz und der 2 MHz Sonde abgespeichert, sie sind in Abbildung 1,2 und 3,4 zu sehen.

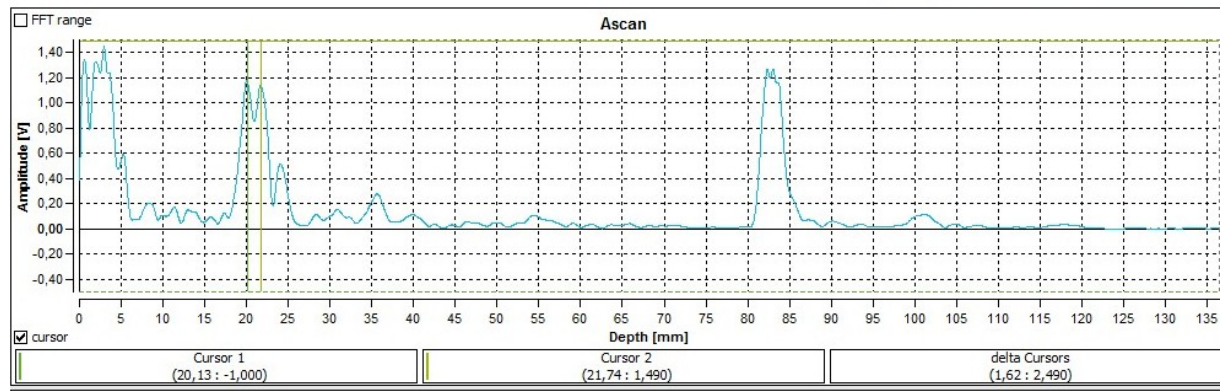


Abbildung 1: A-Scan der 1. und 2. Bohrung mit der 1 MHz Sonde.

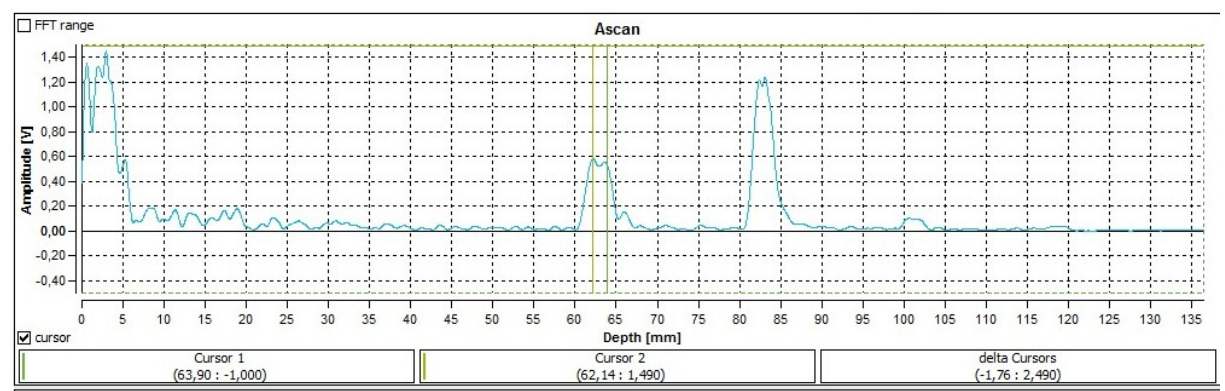


Abbildung 2: A-Scan der 1. und 2. Bohrung mit der 1 MHz Sonde, umgedreht.

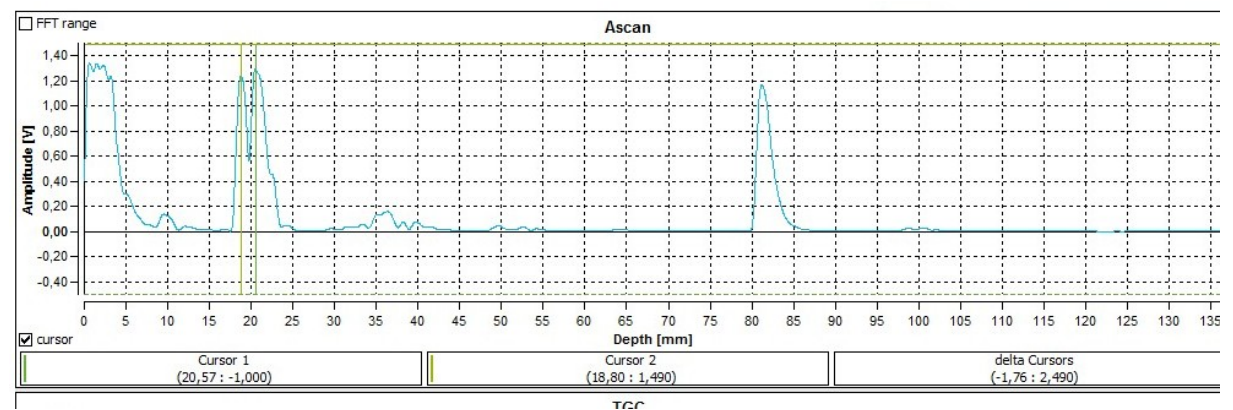


Abbildung 3: A-Scan der 1. und 2. Bohrung mit der 2 MHz Sonde.

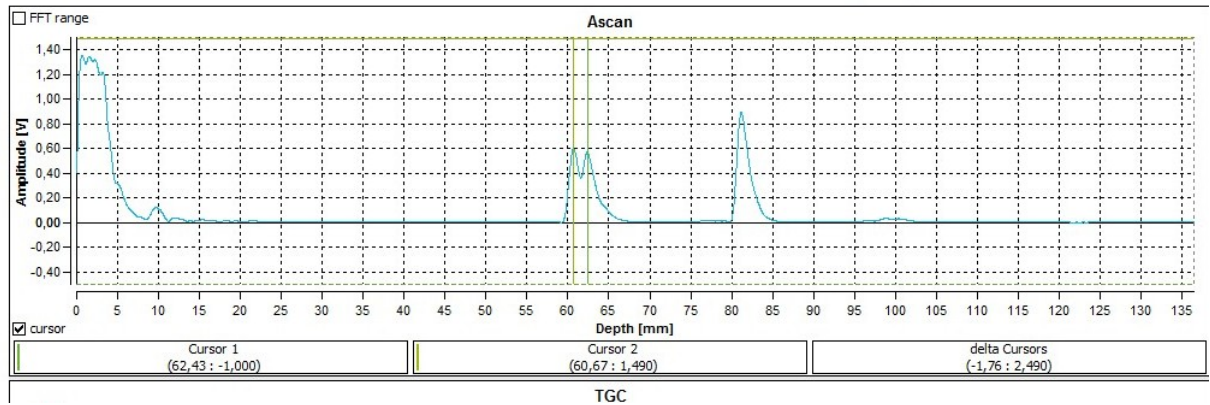


Abbildung 4: A-Scan der 1. und 2. Bohrung mit der 2 MHz Sonde.

Ein Vergleich der Abbildungen 1, 2 und 3,4 fällt auf, dass die Auflösung der 2 MHz Sonde höher ist als die der 1 MHz Sonde. Um eine noch bessere Auflösung zu erhalten muss eine Sonde mit noch höherer Frequenz verwendet werden z.B. 4 MHz.

3.2 Acrylblock B-Scan

Der B-Scan des Acrylblocks liefert folgende Bilder:

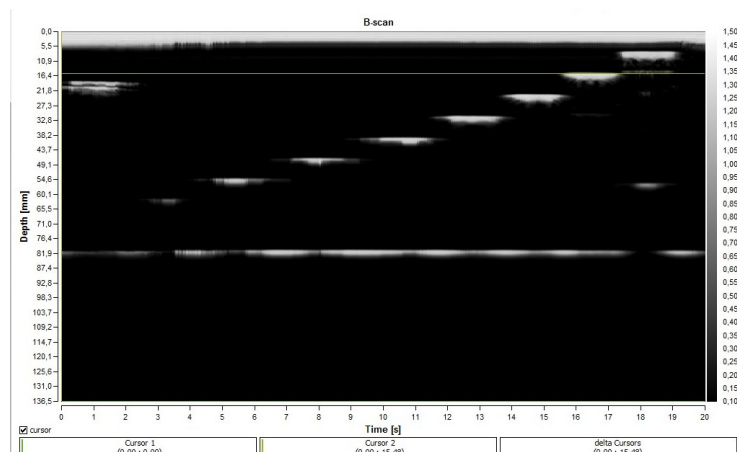


Abbildung 5: B-Scan des Acrylblocks.

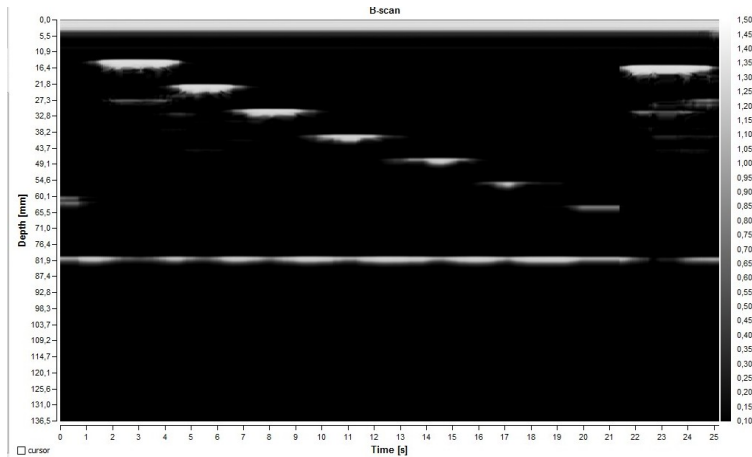


Abbildung 6: B-Scan des Acrylblocks, umgedreht.

Mit Hilfe der Curser-Funktion wurden die Tiefen s_{oben} und s_{unten} vermessen, die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zu sehen.

Tabelle 4: Messwerte für die Tiefe der Bohrungen mit der 2 MHz Sonde im B-Scan.

Bohrung	$s_{\text{oben}} / \text{mm}$	$s_{\text{unten}} / \text{mm}$	Größe der Bohrung S / mm
1	20,28	60,17	2,61
2	18,15	62,78	2,13
3	61,78	13,35	7,93
4	54,05	21,59	7,42
5	46,36	30,11	6,59
6	39,15	38,90	5,01
7	30,90	47,15	5,01
8	23,20	54,85	5,01
9	14,96	63,09	5,01
10	7,51	-	-
11	55,91	15,48	11,67

Für die Bohrung Nr.10 kann kein Wert berechnet werden, da für diese Bohrung kein Signal gemessen werden kann. Grund dafür ist, dass eine andere Bohrung im Weg liegt. Der Vergleich mit den berechneten Werten aus dem A-Scan zeigt, dass die Ergebnisse des B-Scans deutlich größere Werte ergeben als die des A-Scans.

3.3 Herzmodell TM-Scan

Aus dem A-Scan ergeben sich eine Wasserhöhe von $h = 31,04 \text{ mm}$ und der Durchmesser des Zylinders beträgt $d = 49,00 \text{ mm}$. In Abbildung 7 ist der TM-Scan der Herzmodells zu sehen, es werden 10 Ausschläge in einem Zeitintervall von $t = 18,39 \text{ s}$ gemessen. Damit

ergibt sich eine Frequenz von

$$\nu_{\text{Herz}} = 1,84 \text{ Hz.} \quad (2)$$

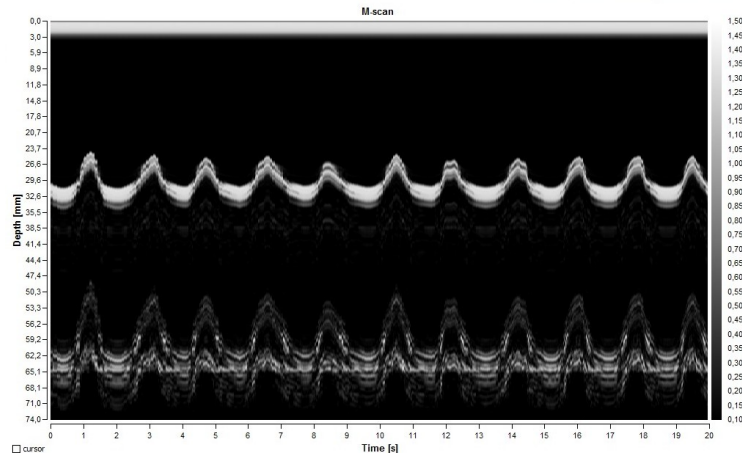


Abbildung 7: TM-Scan des Herzmodells.

Nach der Formel $V = \pi h r^2$ wird das Volumen im Ruhezustand und mit aufgeblasener Membran berechnet

$$\begin{aligned} V_{\text{Ruhe}} &= \pi \cdot 24,5 \text{ mm}^2 \cdot 31,04 \text{ mm} = 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \\ V_{\text{oben}} &= \pi \cdot 24,5 \text{ mm}^2 \cdot 24,86 \text{ mm} = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Mit der Formel

$$V_{\text{Herz}} = (V_{\text{Ruhe}} - V_{\text{oben}}) \cdot \nu_{\text{Herz}} \quad (3)$$

ergibt sich für das Herzvolumen

$$V_{\text{Herz}} = 2,21 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}, \quad (4)$$

das entspricht 0,022 L/s.

4 Diskussion

Die Ergebnisse für die Größe der Störstellen sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Dort ist auch die Abweichung der gemessenen Größen mit den Messwerten der Schieblehre zu finden.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse und deren Abweichungen.

Bohrung	$S_{\text{Schieblehre}} / \text{mm}$	$S_{\text{A-Scan}} / \text{mm}$	Abweichung A-Scan	$S_{\text{B-Scan}} / \text{mm}$	Abweichung B-Scan
1	-	1,82	-	2,61	-
2	-	1,83	-	2,13	-
3	6,00	4,46	25,67	7,93	32,17
4	5,00	3,88	22,40	7,42	48,40
5	4,00	3,12	22,00	6,59	64,75
6	3,00	1,68	44,00	5,01	67,00
7	3,00	1,68	44,00	5,01	67,00
8	3,00	1,68	44,00	5,01	67,00
9	3,00	1,97	34,33	5,01	67,00
10	3,00	1,65 45,00	-	-	-
11	10,00	8,28	17,20	11,67	16,7

Es ist zu erkennen, dass der A-Scan eine geringere Abweichung aufweist als der B-Scan. Die Bohrungen wurden sowohl mit einer 1 MHz Sonde als auch einer 2 MHz Sonde ausgemessen, die Ergebnisse stehen in Tabelle 6.

Tabelle 6: Bohrung 1 und 2, Vergleich der Sonden mit 1 MHz und 2 MHz.

Bohrung	$S_{2 \text{ MHz}} / \text{mm}$	$S_{1 \text{ MHz}} / \text{mm}$
1	1,82	2,12
2	1,83	1,97

Diese Ergebnisse können nicht mit Messwerten der Schieblehre verglichen werden, da diese Bohrungen zu klein sind um sie zu vermessen.

Aus den Messwerten des TM-Scans wurde die Herzfrequenz des Modells zu

$$\nu_{\text{Herz}} = 1,84 \text{ Hz} \quad (5)$$

bestimmt, daraus konnte das Herzvolumen

$$V_{\text{Herz}} = 2,21 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \quad (6)$$

berechnet werden. Das entspricht 0,022 L/s.