

UNIVERSITÄT REGENSBURG

F-PRAKTIKUM

Operationsverstärker



Korbinian Baumgartner und Jonas Schambeck

5. Juli 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Versuchsdurchführung	4
2.1	Testschaltungen	4
2.1.1	Verstärkungsfaktor einer nicht-invertierenden Schaltung	4
2.1.2	Frequenzfilter	6
2.2	EKG Schaltung	7

1 Einleitung

lol

2 Versuchsdurchführung

2.1 Testschaltungen

2.1.1 Verstärkungsfaktor einer nicht-invertierenden Schaltung

Zur Vorbereitung auf die Benutzung der Operationsverstärker in der Ekg Schaltung, messen wir Ein- und Ausgangsspannung einer Impedanzwandlerschaltung und einer nicht-invertierenden Verstärkerschaltung.

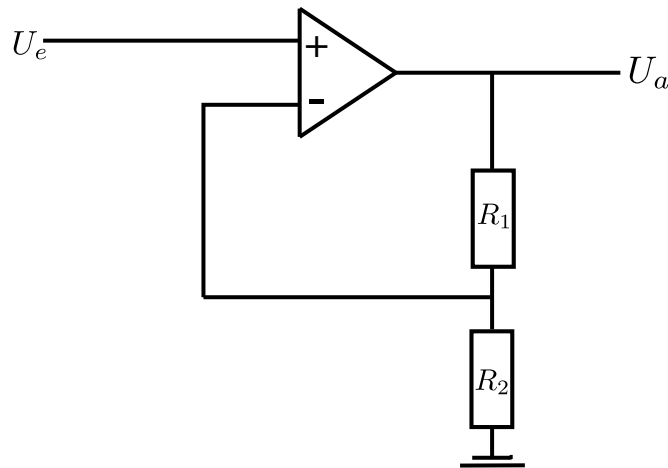


Abbildung 2.1: Schaltung einer nicht-invertierenden Verstärkerschaltung. Die Verstärkung wird durch das Verhältnis der beiden Widerstände zueinander bestimmt.

Zur Messung benutzen wir ein Signalinterface, um ein Messsignal von 0 V bis 5 V zu generieren und den Output wieder abzutasten.

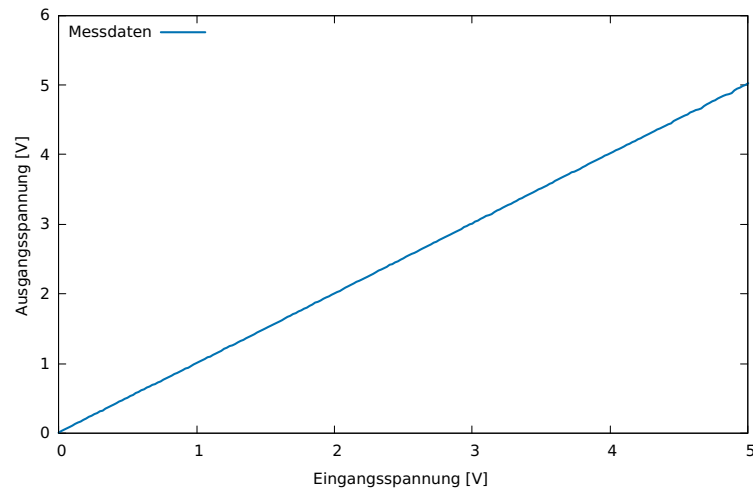


Abbildung 2.2: Messung einer Impedanzwandlerschaltung. Die Verstärkung ist 1. Diese Schaltung wird benutzt um den hohen Widerstand des Körpers vor der Verstärkung des Ekg Signals zu kompensieren.

Zur Messung hoher Verstärkungen benutzen wir einen Spannungsteiler vor dem Eingang des Verstärkers. In Abbildung 2.3 ist das Signal nur durch den Spannungsteiler zu sehen.

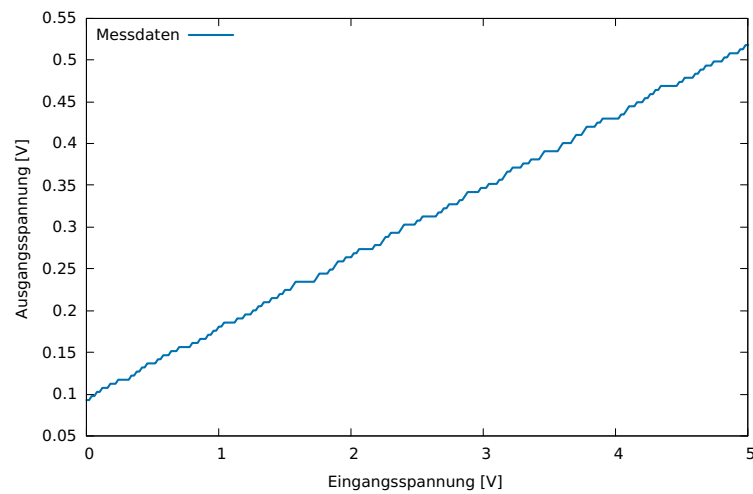


Abbildung 2.3: Messung des benutzten Spannungsteiler am Eingang

Zur Messung der nicht-invertierenden Verstärkerschaltung benutzen wir vier unterschiedliche Widerstandsverhältnisse.

R_1	R_2	Verstärkung
1 k Ω	10 k Ω	1.1
33 k Ω	10 k Ω	4.3
47 k Ω	10 k Ω	5.7
100 k Ω	10 k Ω	11

In Abbildung 2.4 ist zu erkennen, dass die Verstärkung im Rahmen der Messtoleranz gut erreicht wurde.

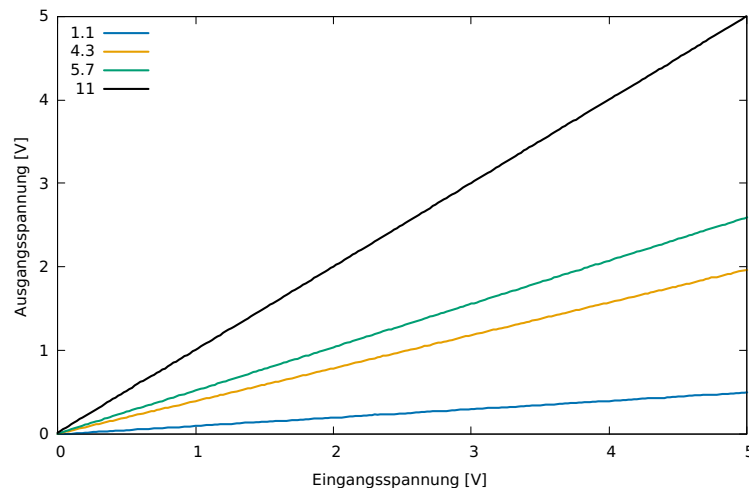


Abbildung 2.4: Messung der nicht-invertierenden Verstärkerschaltung. In der Legende sind die Verstärkungen des jeweiligen Aufbaus gelistet. Zur Messung wurde ein Spannungsteiler am Eingang verwendet, um die maximale Spannung des AD-Wandlers nicht zu überschreiten.

2.1.2 Frequenzfilter

Die Filter im Praktikumsraum haben nicht funktioniert. Aus diesem Grund wurden die Testschaltungen zu Frequenzfilter mit einem selbstzusammengeschalteten Hochpassfilter, bestehend aus einem Kondensator und einem Widerstand, durchgeführt.

Um die Ordnung des Hochpass' zu bestimmen, soll zunächst der Spannungsabfall in der linearen Region des Filters. Zwischen 8 Hz und 5 Hz fällt die Spannung von 3.44 V auf 1.24 V ab. In Dezibel

$$Q_{(U)} = 10 \cdot \lg \frac{3,44}{1,24} \text{ dB} = 4.43 \text{ dB}$$

Um nun den Abfall pro Dekade zu erhalten, rechnet man

$$\frac{Q_{(U)}}{\text{Dekade}} = \frac{4.43 \text{ dB}}{6 \text{ Hz}} \cdot \frac{180 \text{ Hz}}{\text{Dekade}} = 133 \frac{\text{dB}}{\text{Dekade}}$$

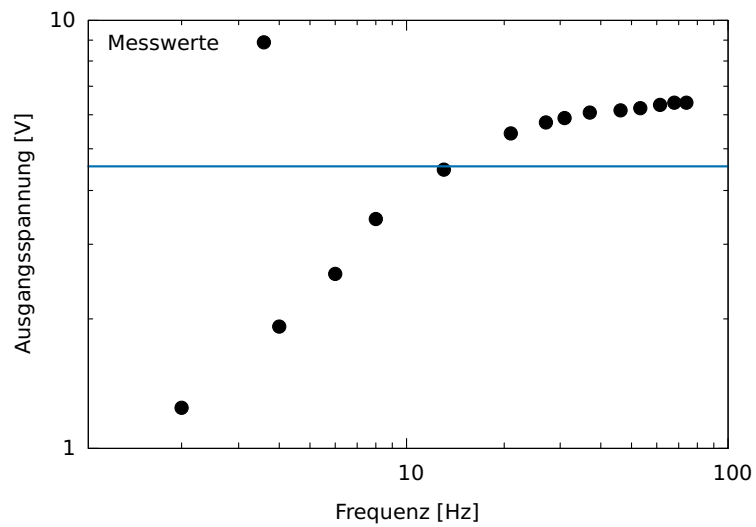


Abbildung 2.5: Messung des Hochpass', Linie bei $\frac{1}{\sqrt{2}} U_{ein}$

Für die Ordnung gilt weiter

$$\frac{20 \text{ dB}}{\text{Dekade} \cdot \text{Ordnung}}$$

Somit handelt es sich bei unserem Filter um einen Hochpass der Ordnung 6. Die Grenzfrequenz beträgt dem Graphen zufolge ca 14 Hz.

2.2 EKG Schaltung

Durch das Fehlen der Frequenzfilter liegen die Messdaten des EKGs sehr verrauscht vor. Dennoch kann man in Abbildung 2.7 und 2.6 die Schläge erkennen.

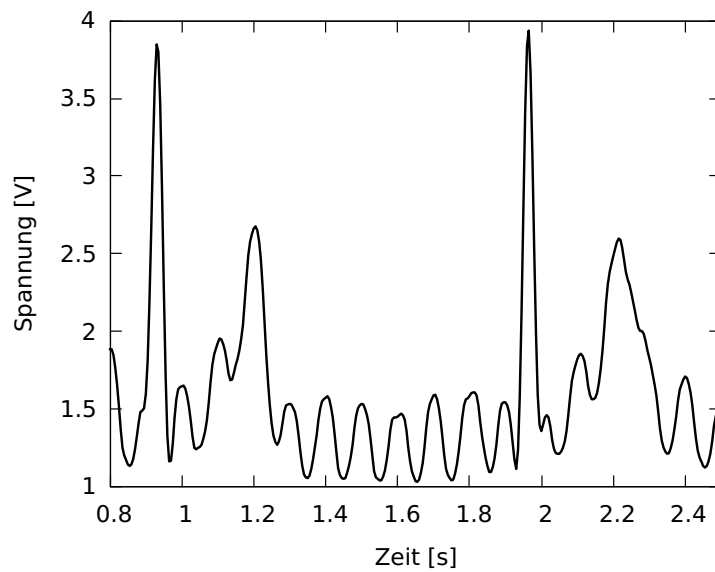


Abbildung 2.6: Herzschlag von Korbinian

Der Puls von Korbinian lag bei $60 \frac{\text{Schläge}}{\text{min}}$ und der von Jonas bei $75 \frac{\text{Schläge}}{\text{min}}$.

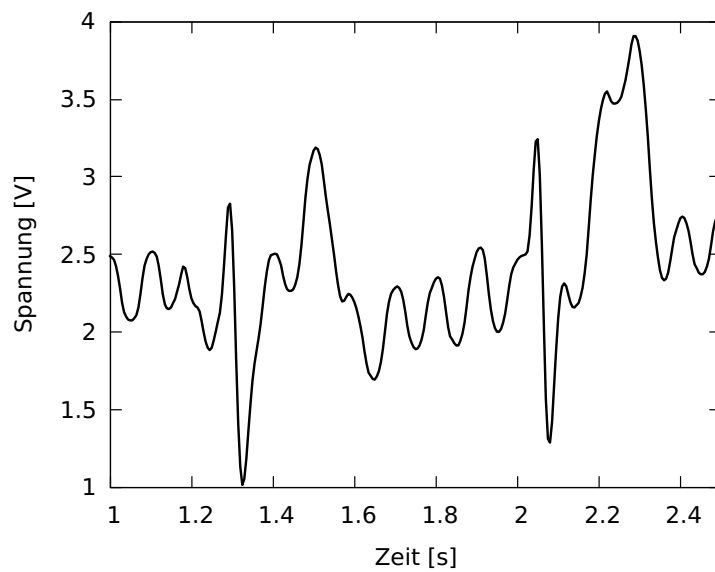


Abbildung 2.7: Herzschlag von Jonas

Um die Frequenzen des EKGs zu visualisierern, werden die Daten Fouriertransformiert. Dadurch werden die Frequenzanteile des Gesamtsignals in ihr Bestandteile zerlegt und entlang der x-Achse aufgetragen.

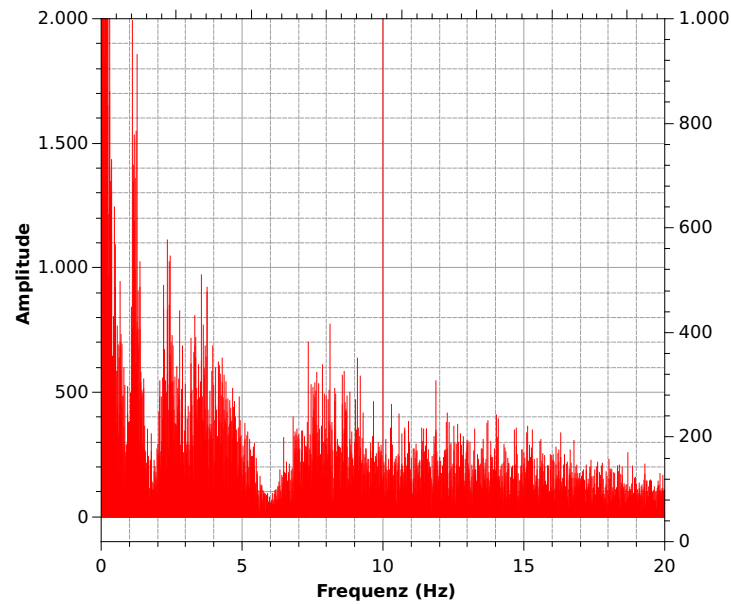


Abbildung 2.8: Fouriertransformation von Jonas' Herzschlag

Hier ist der hohe Anteil des Störsignale schnell ersichtlich. Die Frequenzanteile unter einem Herz sollen nun durch einen Hochpass herausgefiltert werden. Gleichzeitig sollen die Anteile über 14 Hertz durch einen Tiefpass, und das Störsignal bei 10 Hertz durch eine Bandsperre gefiltert werden.

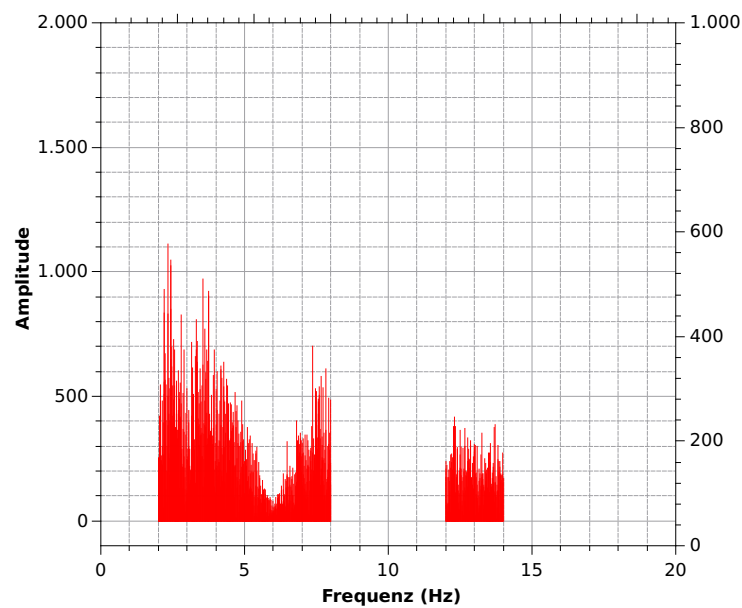


Abbildung 2.9: Fouriertransformation des Herzschlags nach Filterung

Das Signal ist nun besser erkennbar.

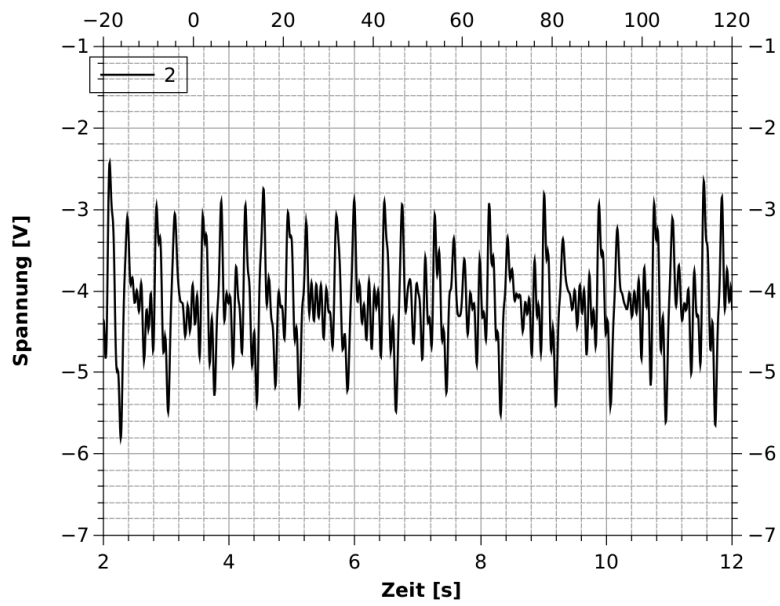


Abbildung 2.10: Herzschlags nach Filterung

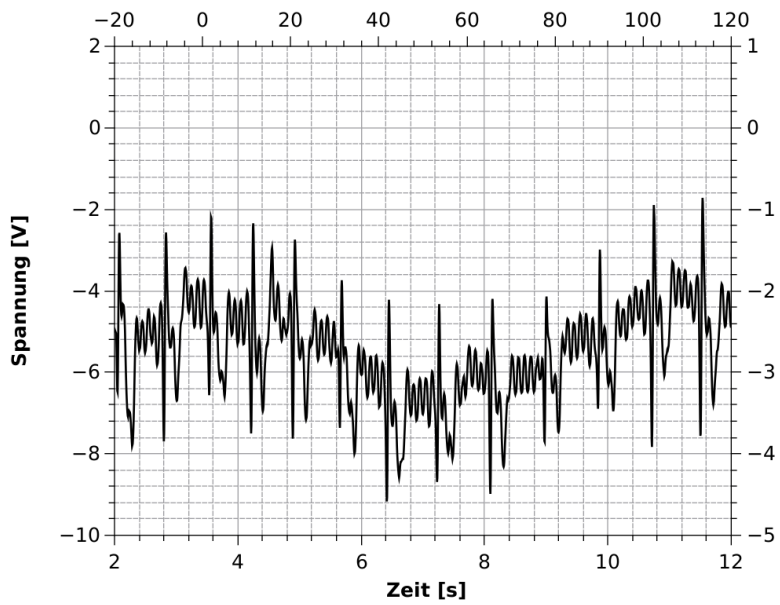


Abbildung 2.11: Zum Vergleich: selber Signalabschnitt ohne Filter