



Technische Universität Berlin, Fakultät IV
Institut für Energie und Automatisierungstechnik
Fachgebiet Elektronische Mess- und Diagnosetechnik

Großes Projekt Messdatenverarbeitung (LV 0430 L349)
Betreuung: Daniel Thomanek
SoSe 2022

Entwicklung einer Simulationstoolbox für die Übung zur Lehrveranstaltung Grundlagen der elektronischen Messtechnik

Benutzerhandbuch

Juan Nicolas Pardo Martin (397882)

Boris Maurer (409862)

Erik Tröndle (409537)

18.10.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Übung 1: Messunsicherheit und Statistik	1
2	Übung 2: Regression und Interpolation	9
3	Übung 3: Messfehler-arten	14
3.1	Offsetfehler	14
3.2	Verstärkungsfehler	15
3.3	Kennlinienfehler	16
3.4	Alle Fehler	17
4	Übung 4: Dynamische Eigenschaften von Messsystemen	18
5	Übung 5: Digitale Messdatenerfassung	20
6	Übung 6: Leistungsmessung	24
7	Übung 7: Messbrücken	27

1 Übung 1: Messunsicherheit und Statistik

Bei der ersten Übung wurden für eine beliebige Messreihe die Normalverteilung, Student-t geplottet. Anschließend der geplotteten Verteilung wurde das Vertrauensintervall, Mittelwert und Standardabweichung angezeigt.

Der Datensatz besteht aus Zufällig generierten Werten. Die generierten Werte kommen aus einer normalen Gaußschen Verteilung mit Durchschnitt $\mu = 0$ und Standardabweichung $\sigma = 1$. In der Vorlesung und den dazugehörigen Vorlesungsfolien wurde bereits erklärt das die Auftrittswahrscheinlichkeit gegen 0 konvergiert je höher der Wert ist. Das bedeute das größere Zahlen eine kleinere Wahrscheinlichkeit haben generiert zu werden im Vergleich zum kleineren Zahlen.

Das Programm bietet die Möglichkeit die die Anzahl der Bins im Bereich zwischen 2 und 100 einzustellen durch das Verschieben von den ersten Slider. Durch das Einstellen der Anzahl von Bins verändert, die die Anzahl der Intervalle, in die die generierten Daten aufgeteilt sein können. Die höhe des Bins gibt wie viele Samples zu jeweiligen bin gehören.

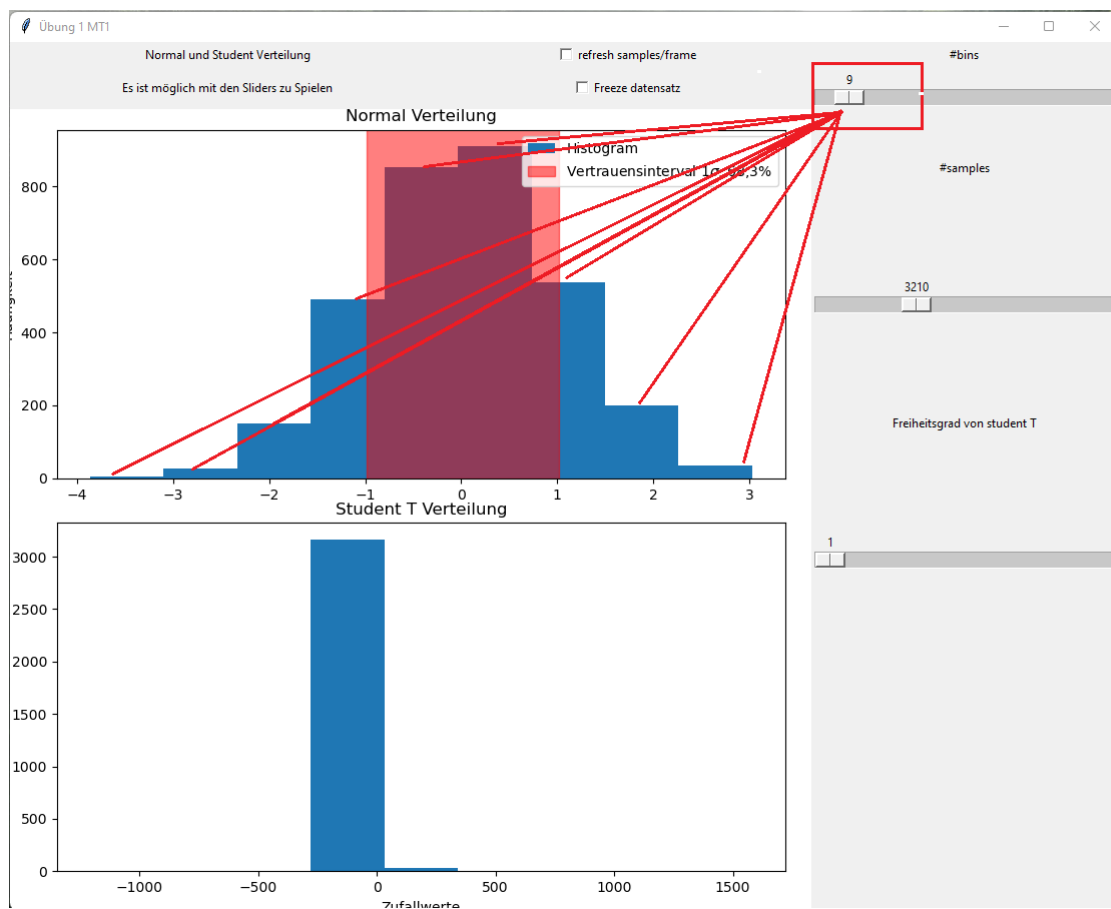


Abbildung 1: Änderung der Anzahl von Bins

Die zweite einstellbare Größe ist die Anzahl von Samples. Es besteht die Möglichkeit die Anzahl zu ändern. Der zweite Slider kann auf eine beliebige Größe zwischen 2 und 10000 eingestellt werden. Die eingestellte Anzahl von Werten wird generiert.

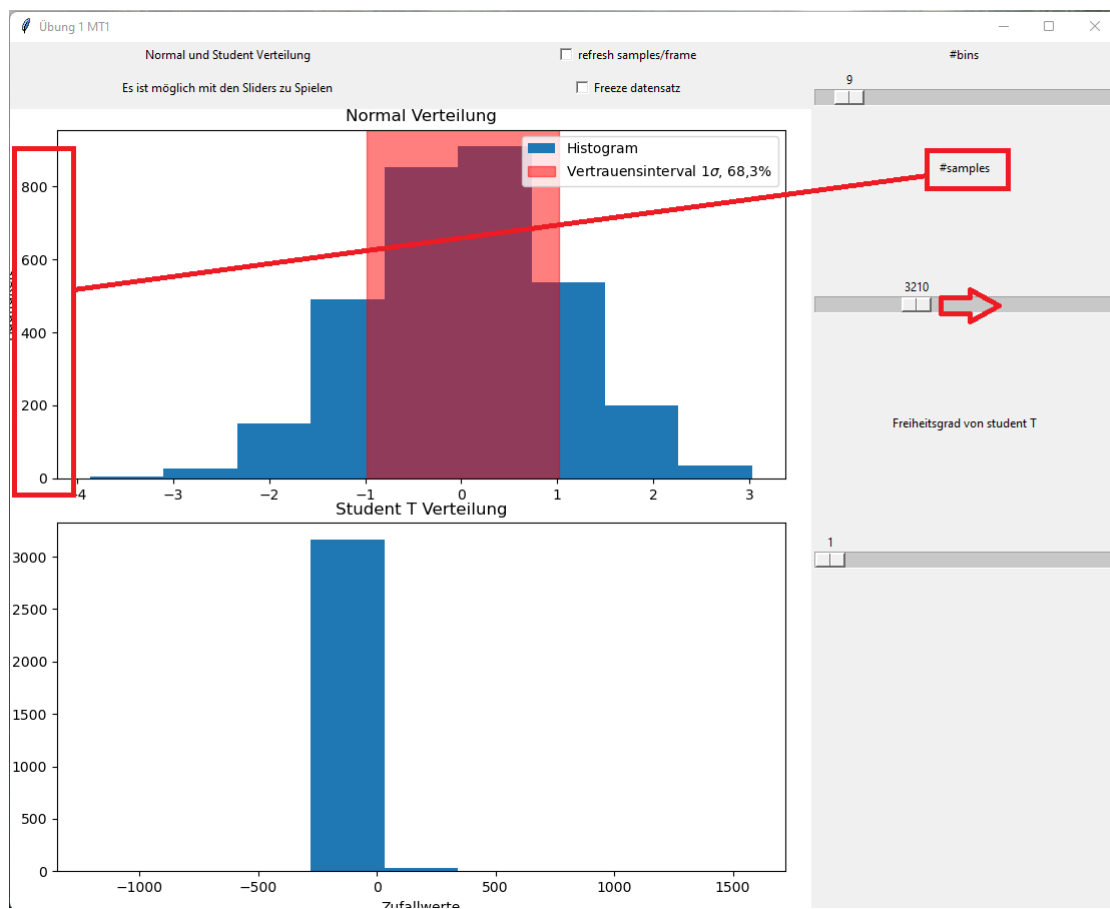


Abbildung 2: Änderung der Anzahl von Samples

Der Vertrauensintervall ist im Plot rot gekennzeichnet und ist definiert als der Bereich wo 68,3% aller dargestellten Werten auf dem Histogramm sich befinden. Wenn man die rot markierten Samples addiert, würde sich deren Summe auf 68,3% aller Samples belaufen.

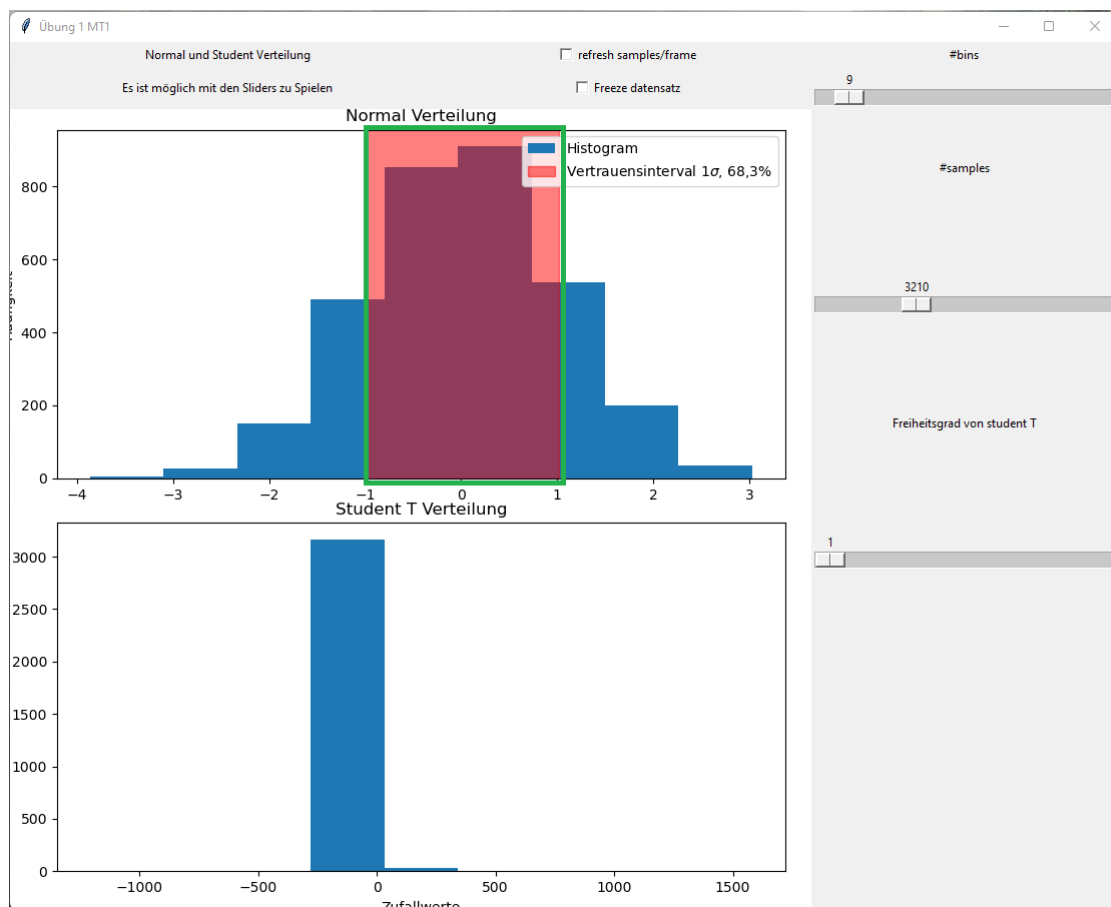


Abbildung 3: Vertrauensintervall

Bei der jetzigen Einstellung bei jeder Bewegung des Sliders wurde der Datensatz verändert. Das Programm bietet deswegen die Generierung von Datensätze auszuschalten. Beim Ankreuzen der Checkbox „Freeze datensatz“ wird der Datensatz unverändert bleiben bei der Bewegung der Slider.

Das Ticken von Checkbox „Freeze datensatz“ generiert die maximale Anzahl von Samples unabhängig von dem, was der Slider Samples anzeigt, wegen dies kann die Anzahl der Samples verändert werden ohne die Veränderung des Datensatzes.

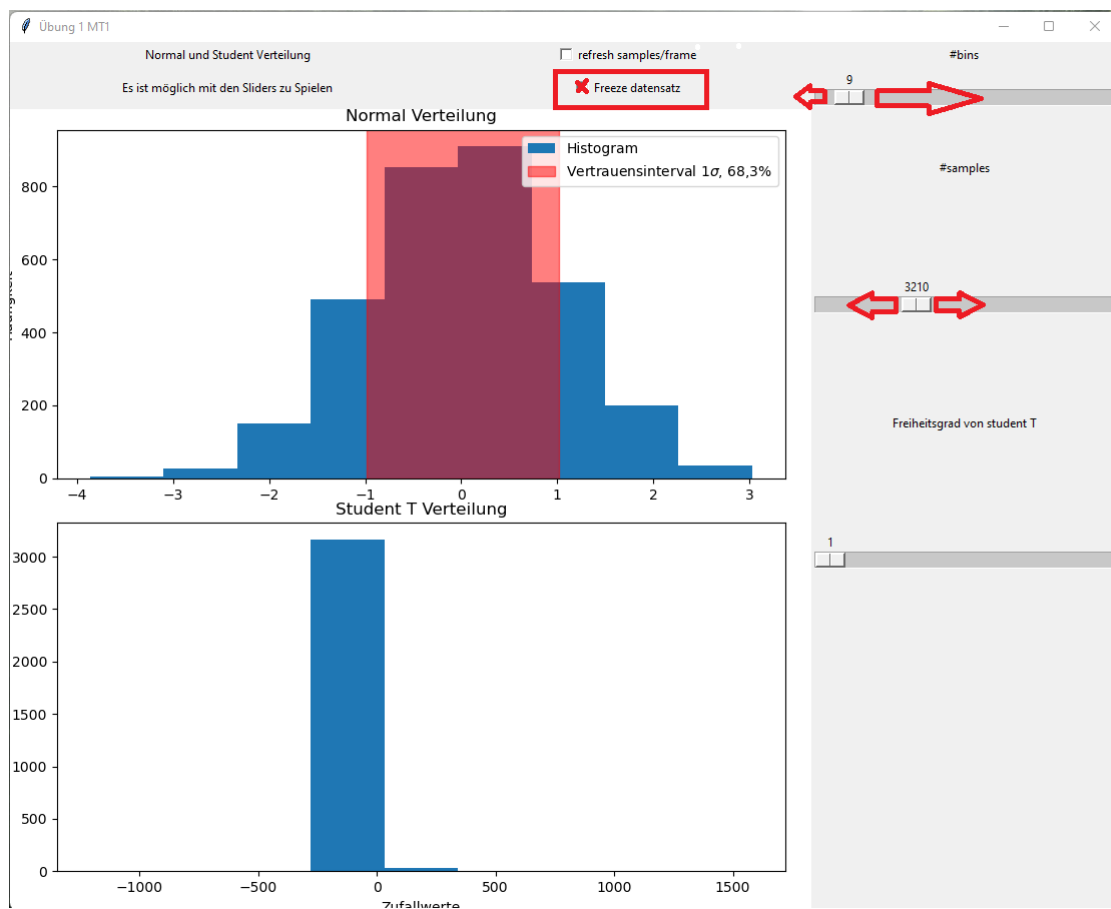


Abbildung 4: Einstellung Freeze dataset

Es würde kein Sinn ergeben, wenn die Werte gefriert, würden für eine fest eingestellt Sample Anzahl dies wurde die Funktionalität des Programms limitieren.

Die Checkbox „refresh samples/frame“ falls angekreuzt verändert den generierten Datensatz jede 0,1s ohne die Notwendigkeit die Slider zu bewegen. Durch diese Einstellung ist es möglich zu sehen, dass die Werte eindeutig zufällig generiert werden.

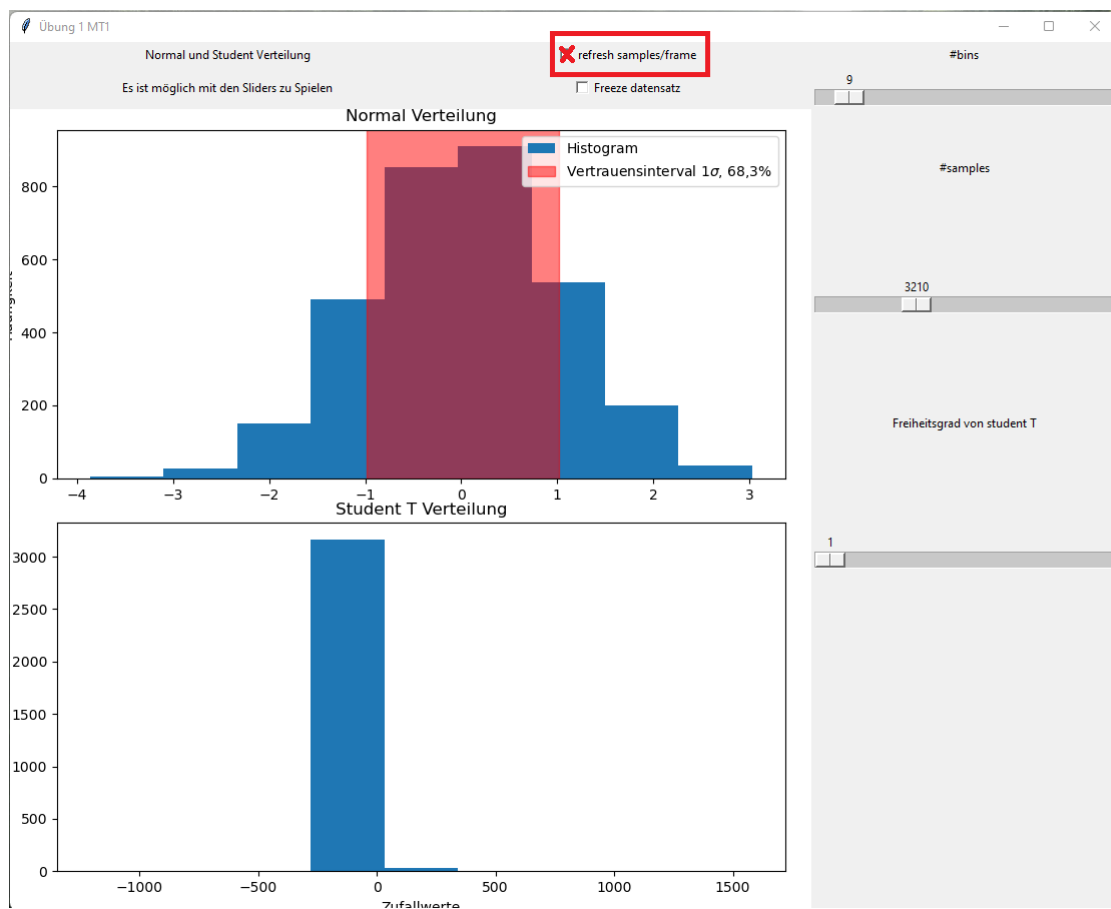


Abbildung 5: Einstellung refresh samples/frame

Der dritte Slider gibt die Möglichkeit den Freiheitsgrad für die Student-t Verteilung zu ändern im Bereich zwischen 1 und 100. Falls die Checkbox „Freeze datensatz“ angekreuzt ist die Möglichkeit den Freiheitsgrad einzustellen nicht mehr verfügbar, die Werte sind bereits generiert und können nicht mehr angepasst werden, weil die festgesetzt sind.

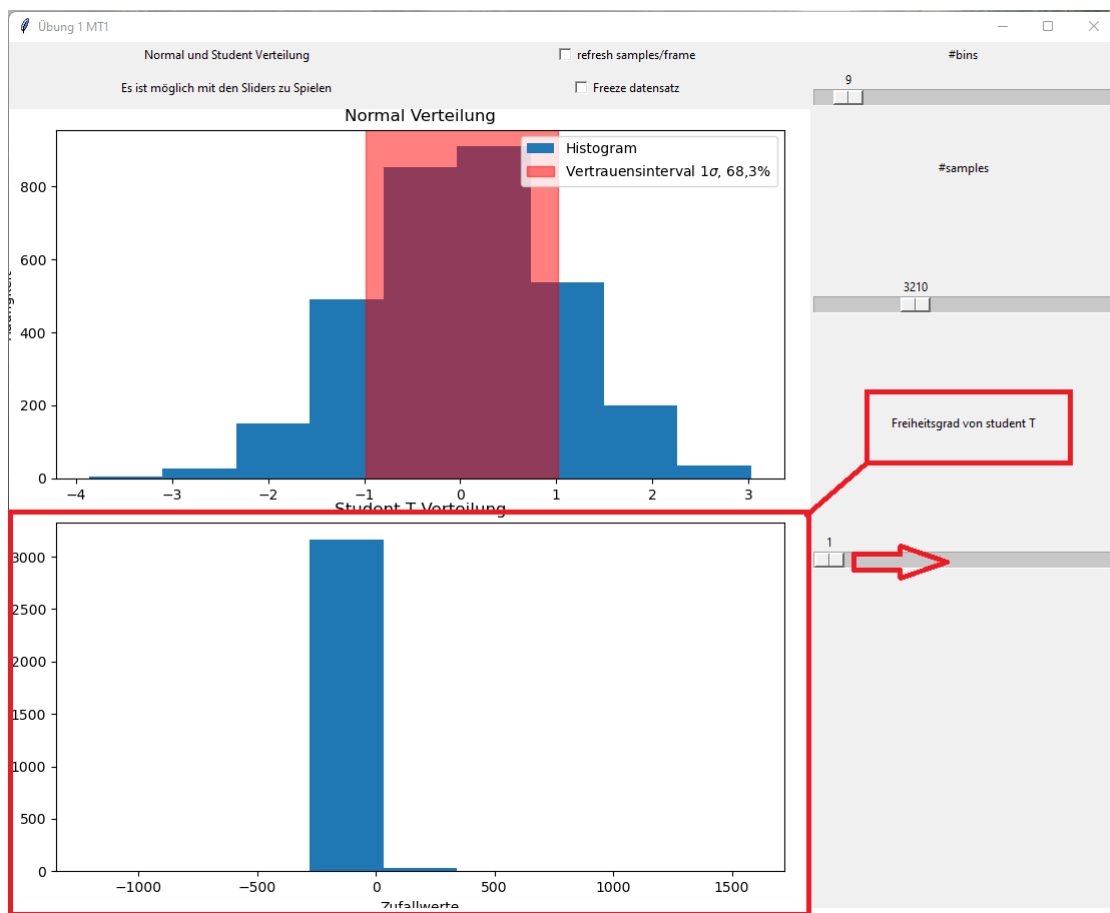


Abbildung 6: Einstellung von dem Freiheitsgrad für die student-t Verteilung

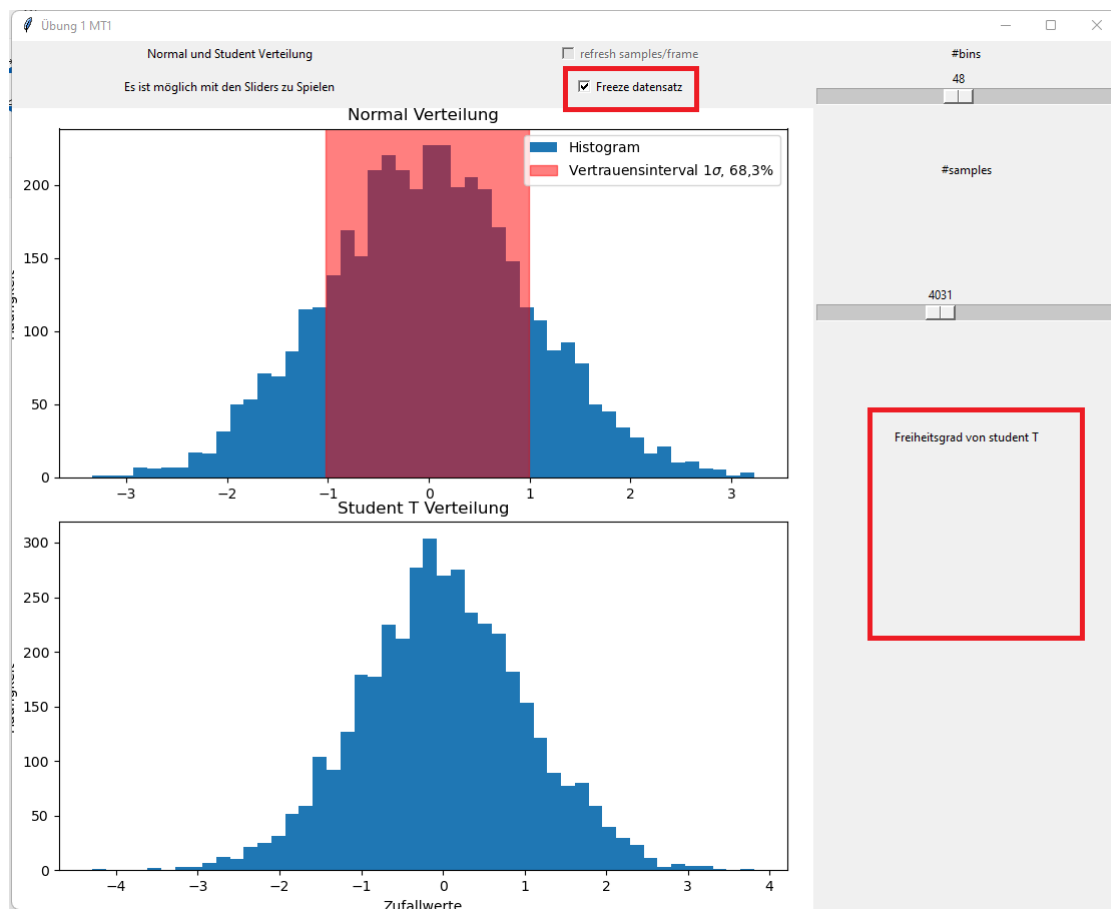


Abbildung 7: Falls Freeze datensatz an kann der Freiheitsgrad nicht verändert werden

2 Übung 2: Regression und Interpolation

Die zweite Übung befasst sich mit den Themen Regression und Interpolation. Innerhalb des Programmes wird eine Regression, lineare Interpolation und Spline Interpolation simuliert und hintereinander geplottet. Für die angebotenen Extrapolationstypen wird anschließend eine unbekannte Größe geschätzt und deren Wert angegeben.

Bei dem ersten Durchlauf des Programmes sind beliebige Zahlen für Eingabewerte x und y eingetragen. Die Werte können beliebig geändert werden, die jeweiligen Zellen in „Input values (x)“ und „Input values (y)“ in Reihenfolge bilden ein (x,y) Paar.

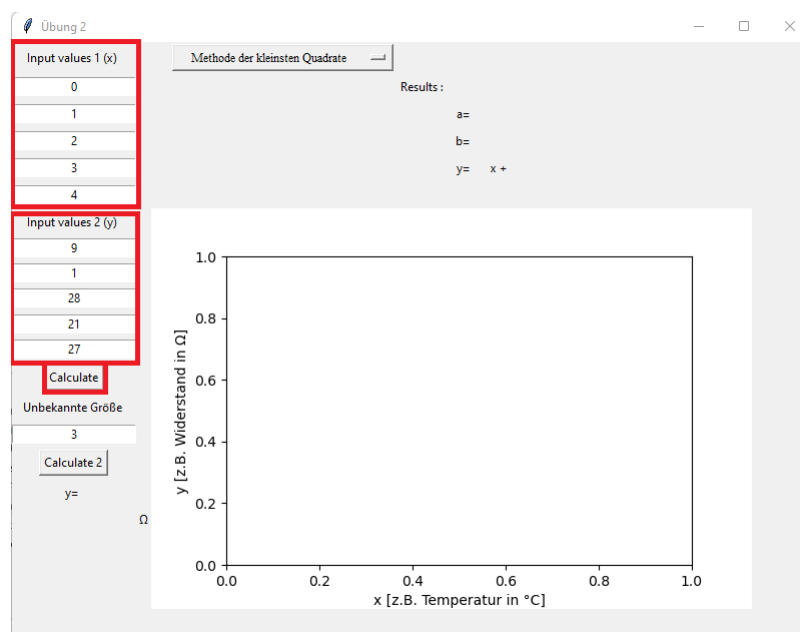


Abbildung 8: Input Variables

Durch das Drücken von dem „Calculate“ Button wird die Rechnung durchgeführt. Das Ergebnis Plot wird die jeweils ausgewählte Extrapolation Methode angezeigt. Für die Methode der kleinsten Quadrate wird zusätzlich die Formel für die Kennlinie angegeben.

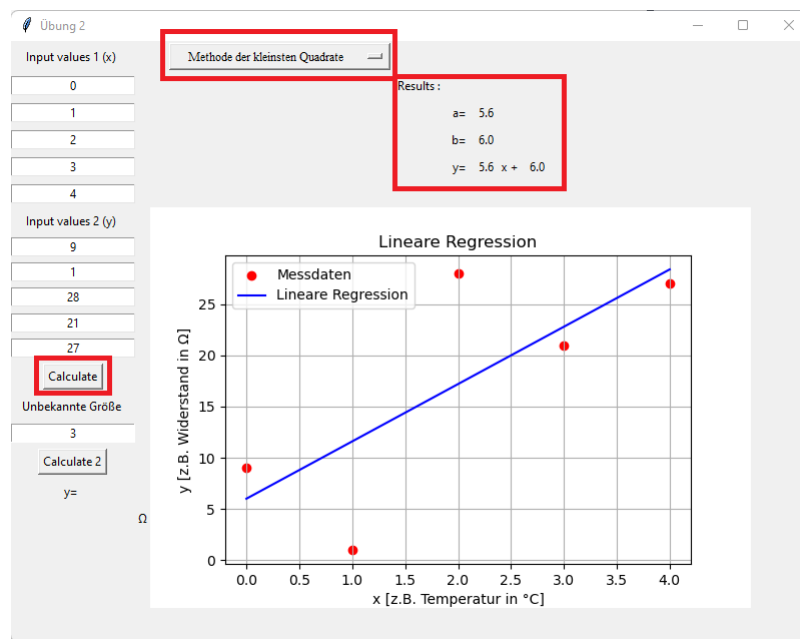


Abbildung 9: Funktion für Methode der kleinsten Quadrate

Für unveränderte Inputs kann die Art der Extrapolation von den Dropdown Menü ausgewählt werden. Die Simulation wird sofort durchgeführt und der Plot verändert.

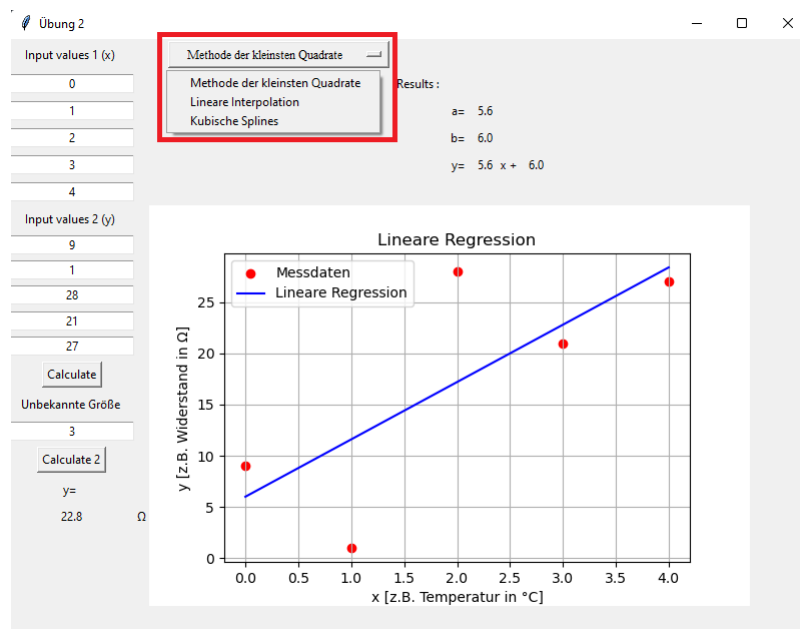


Abbildung 10: Dropdown Menü

In Falle einer Änderung von den Input Parameters muss der Button nochmal gedrückt werden, um den neuen Plot zu erstellen und anzuzeigen. Als Input Parameters gelten alle reellen Zahlen inkorrekte Parameter Eingabe wird kein Ergebnis ergeben.

Das Eingabe Block „Unbekannte Größe“ schätzt ein Wert für eine unbekannten Parameter x bei der ausgewählten Extrapolation Art. Für die Methode der kleinsten Quadrate kann es ein beliebiger Wert sein.

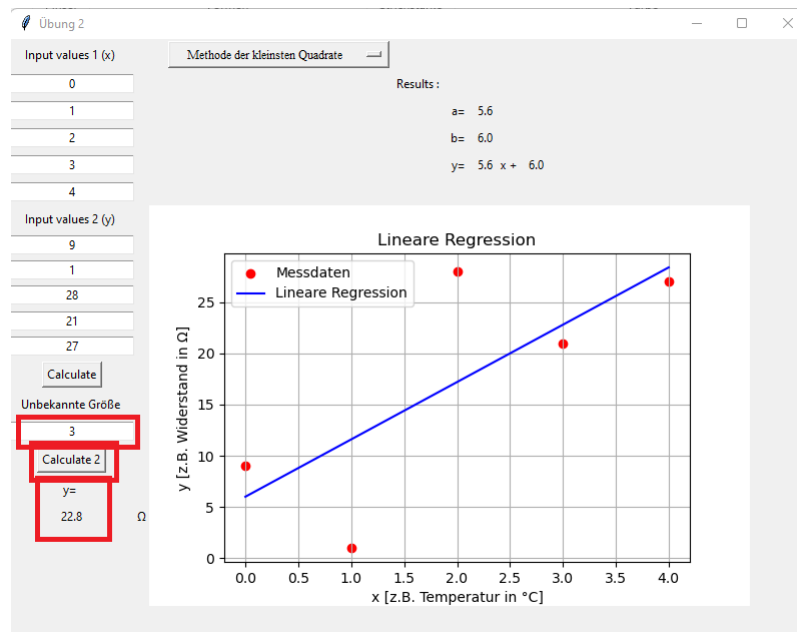


Abbildung 11: Rechnung einer Unbekannten Größe

Bei den Methoden der kleinsten Quadrate ist der Output eine lineare Funktion, die von Parametern a und b abhängt, wogegen kann jeder Wert für x angenommen werden und der geschätzte Wert wird anschließend ausgerechnet.

Für lineare Interpolation und die Spline Interpolation der Eingabe wert ist beschränkt zu dem Bereich zwischen Minimalen und Maximalen Eingabe Werten von x . Es ist nicht möglich Werte außerhalb von diesem Bereich zu schätzen wegen den verhalten der Funktion. Falls ein Wert außer dem Bereich als die unbekannte Größe eingesetzt wird resultiert das in eine Fehlermeldung.

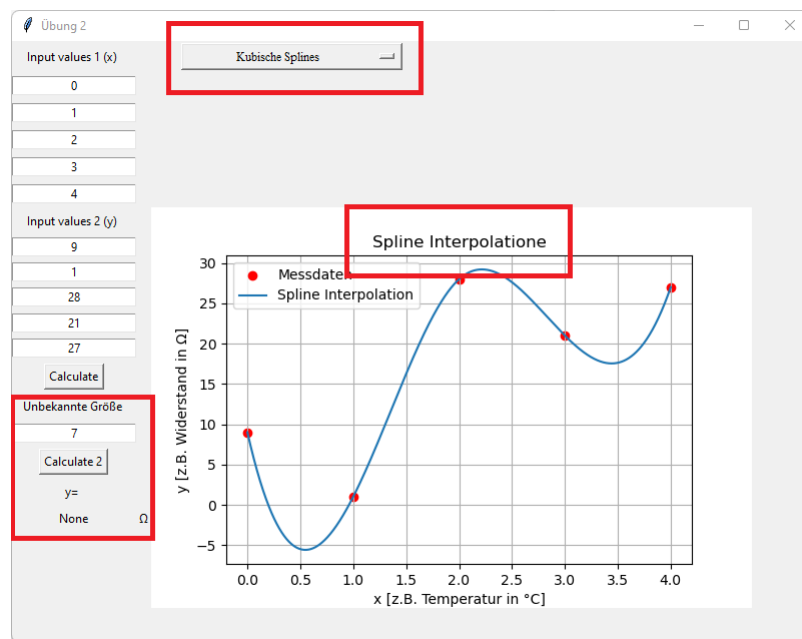


Abbildung 12: Rechnung einer Unbekannten Größe Spline Interpolation Wert außer dem definierten Bereich

Falls die Simulationsart verändert wurde muss die unbekannte Größe nochmal gerechnet werden durch das drücken von den Button „Calculate 2“ der plot wird automatisch verändert.

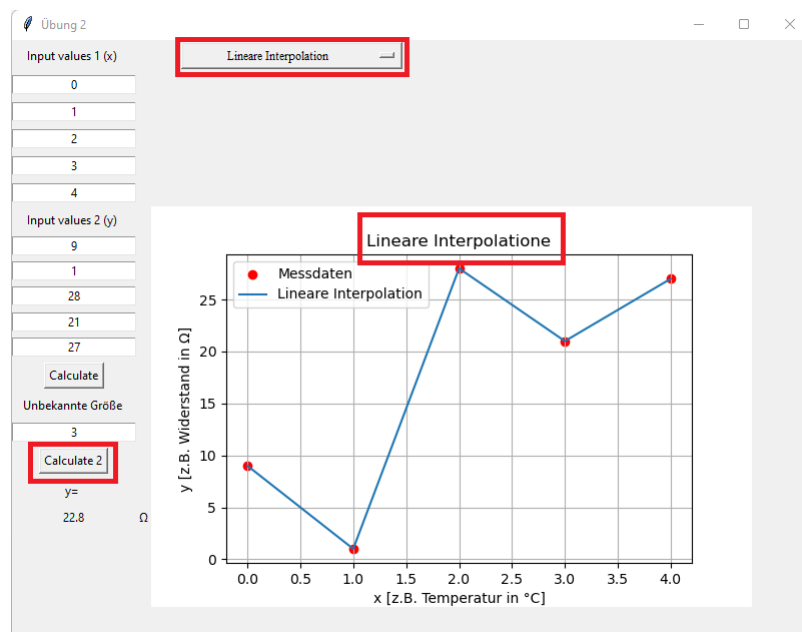


Abbildung 13: Veränderung der simulationsart verändert die unbekannte Größe nicht



Abbildung 14: Berechnung von einer unbekannten Größe nach Veränderung der simulationsart

3 Übung 3: Messfehler-arten

Das 3 Übung Programm simuliert die Statistische Eigenschaften von Messsystemen. Das Programm simuliert eine Systemkennlinie mit verschiedenen Arten von Fehlern. Es besteht die Möglichkeit die Offset-, Verstärkung- und Linearitäts Fehler zu der Simulation zu addieren und deren Größe einzustellen.

3.1 Offsetfehler

Für den Offsetfehler soll die Checkbox "Offsetfehler" angekreuzt werden dadurch wird der Offsetfehler zu der Simulation addiert und der dazugehörige Slider wird freigeschaltet. Durch das Verschieben des Slider ist es möglich den Offsetfehler einzustellen. Die dargestellte Kennlinie in Abhängigkeit der eingestellten Fehlergröße wird anschließend verschoben. Wie in der Vorlesung und Übung erläutert befasst sich der Offsetfehler mit einer Verschiebung auf der y-Achse. Bei diesem Fehler stimmt die Steigung aber die Kennlinie verläuft durch den falschen Nullpunkt.

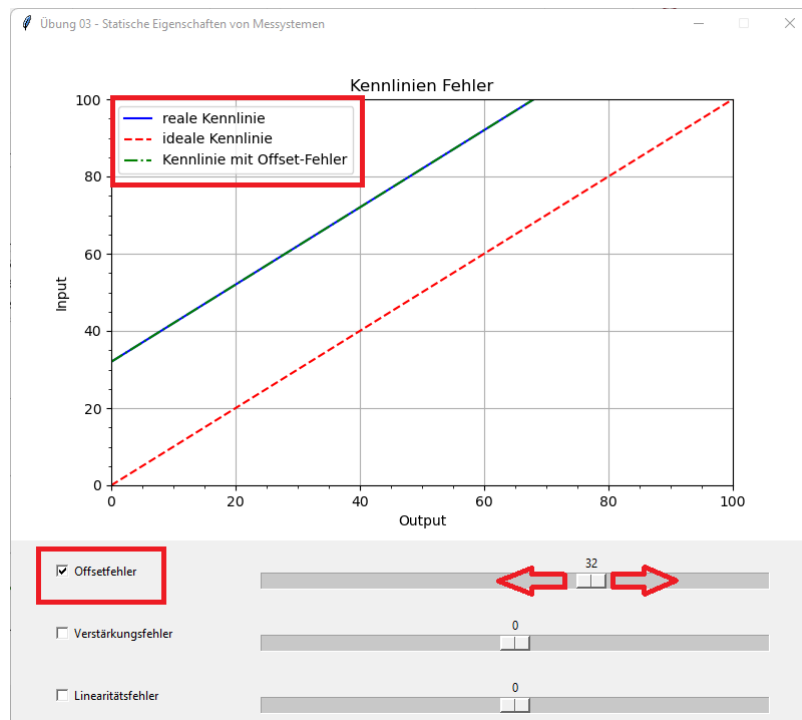


Abbildung 15: Einstellung für Offsetfehler

3.2 Verstärkungsfehler

Für die Simulation des Verstärkungsfehler soll die Checkbox „Verstärkungsfehler“ angekreuzt werden dadurch wird der Verstärkungsfehler zu der Simulation addiert und der dazugehörige Slider wird freigeschaltet. Durch das Verschieben des Slider ist es möglich den Verstärkungsfehler einzustellen. Die dargestellte Kennlinie in Abhängigkeit der eingestellten Fehlergröße wird anschließend verschoben. Wie in der Vorlesung und Übung erläutert befasst sich der Verstärkungsfehler mit der Steigung der Kennlinie. Bei diesem Fehler stimmt der Nullpunkt aber die Kennlinie hat eine falsche Steigung.

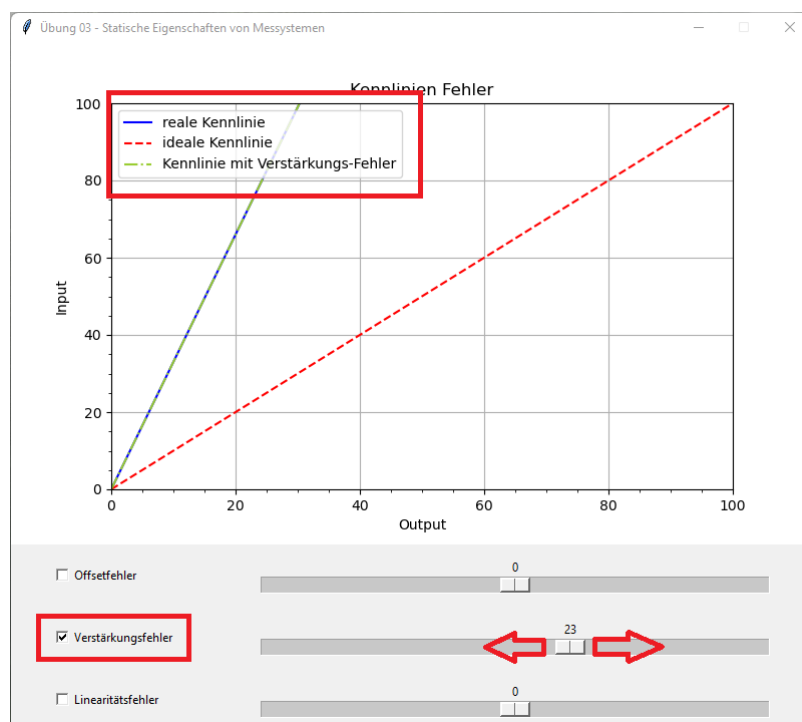


Abbildung 16: Einstellung für Verstärkungsfehler

3.3 Kennlinienfehler

Für die Simulation des Kennlinienfehlers soll die Checkbox „Kennlinienfehler“ angekreuzt werden dadurch wird der Kennlinienfehler zu der Simulation addiert und der dazugehörige Slider wird freigeschaltet. Durch das Verschieben des Slider ist es möglich den Kennlinienfehler einzustellen. Die dargestellte Kennlinie in Abhängigkeit der eingestellten Fehlergröße simuliert. Wie in der Vorlesung und Übung erläutert befasst sich der Kennlinienfehler nicht Linearität der Kennlinie. Bei diesem Fehler stimmt der Anfangs- und Endpunkt aber die Kennlinie zwischen den Punkten verläuft nicht linear.

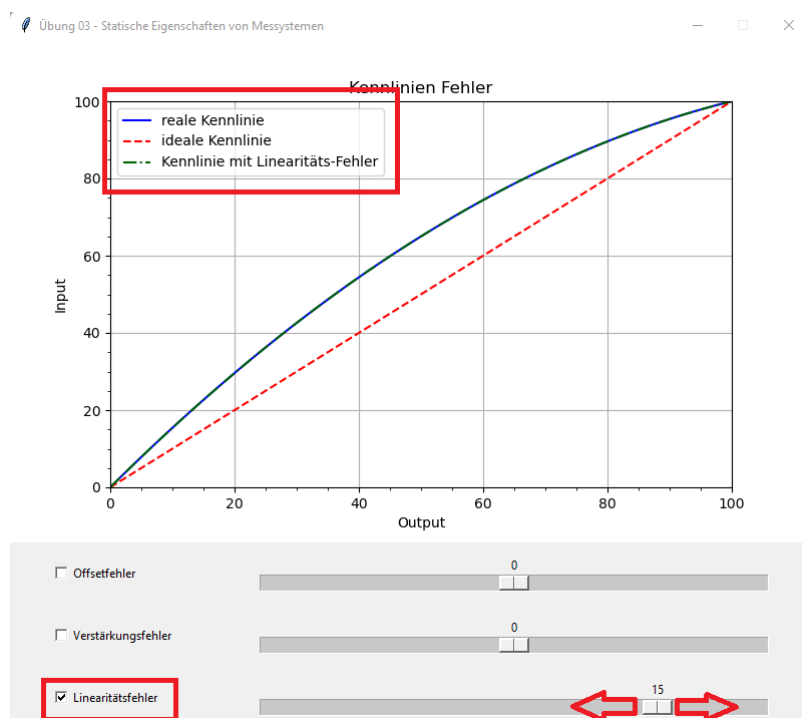


Abbildung 17: Einstellung für Kennlinienfehler

3.4 Alle Fehler

Es besteht die Möglichkeit weitere Fehler zu der Simulation zu addieren dazu müssen die zwei oder drei der Checkboxes „Kennlinienfehler“, „Verstärkungsfehler“, „Offsetfehler“ ausgewählt werden. Die simulierte Kennlinie beinhaltet die angekreuzten Fehlermöglichkeiten. Fall alle Fehler ausgewählt sind wird die Kennlinie einen falschen Anfangs- und Endpunkt, falsche Steigung aufweisen dazu wird die Kennlinie zwischen den Anfangs- und Endpunkt nicht linear verlaufen.

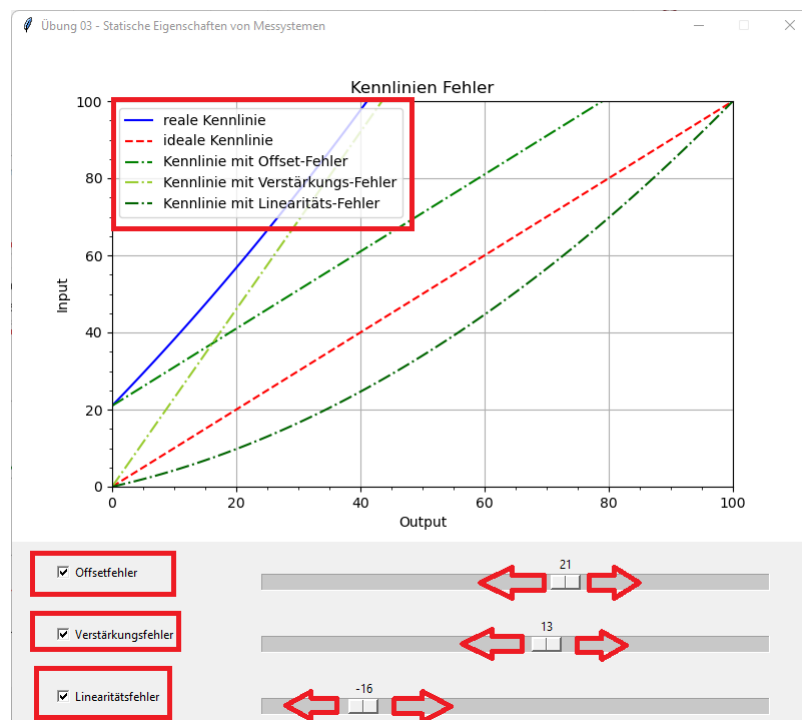


Abbildung 18: Einstellung für Kennlinien-, Verstärkungs- und Offsetfehler

4 Übung 4: Dynamische Eigenschaften von Messsystemen

In der 4 Übung befassen wir uns mit dem Dynamischen Eigenschaften von Messsystemen. Innerhalb des Programmes wird die Sprungantwort und deren Sprungantwort simuliert in Abhängigkeit der einstellbaren Variablen ζ (Dämpfungsgrad) und ω_s (Eigenfrequenz).

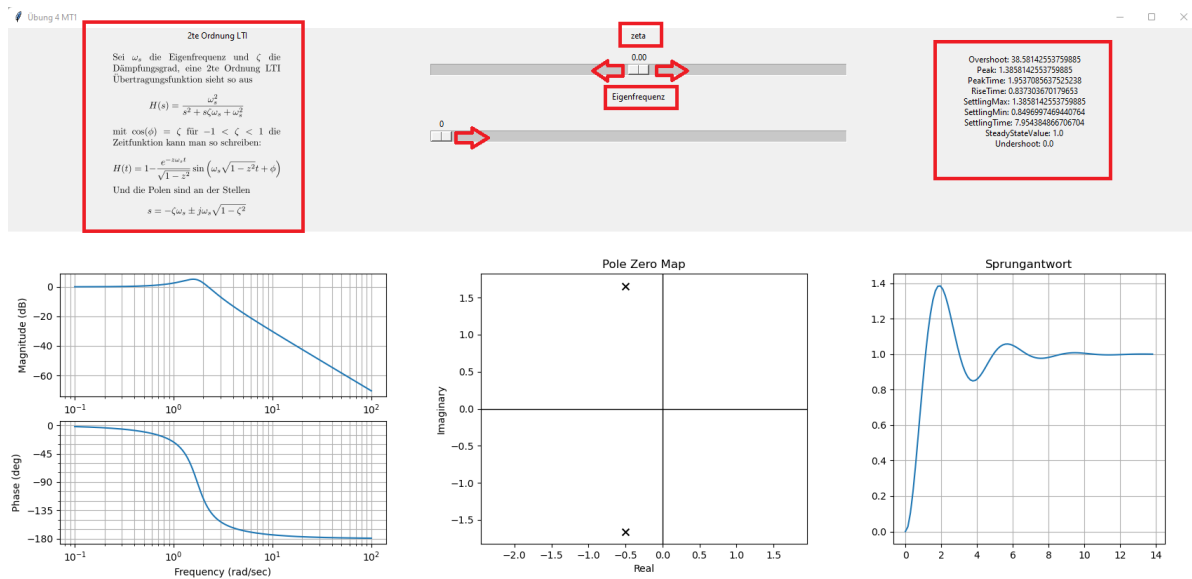


Abbildung 19: Simulierte Funktion in Abhängigkeit der einstellbaren Variablen

Das Programm zeigt das Bode-Diagramm, Pole- Zero Map und Sprungantwort von einer angegebenen der Funktion.

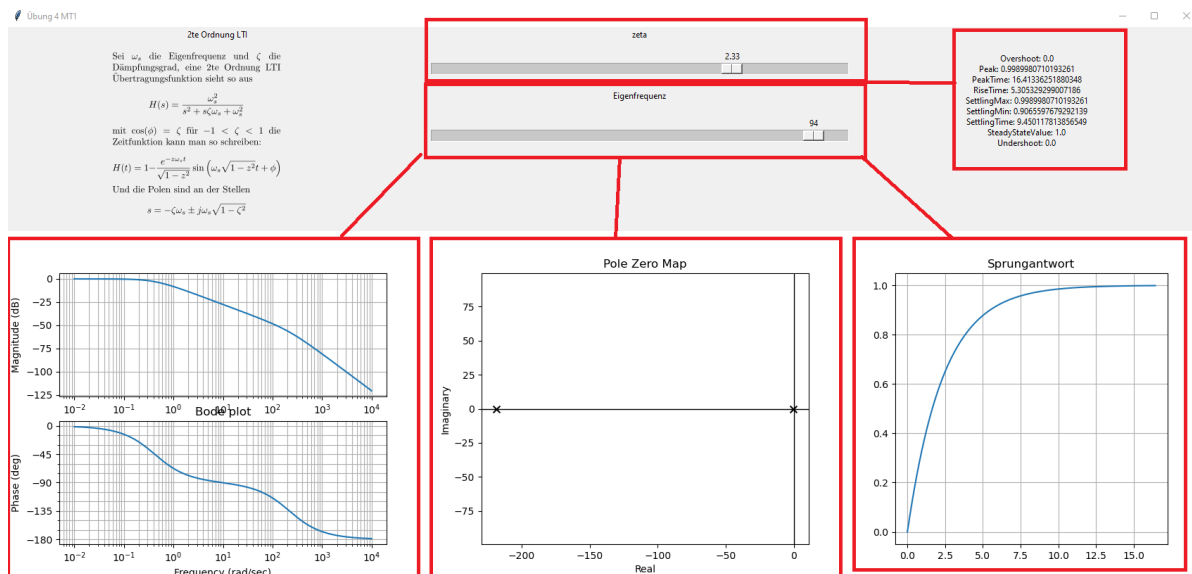


Abbildung 20: Bode-Diagramm, Pole- Zero Map und Sprungantwort

Mit den verfügbaren Sliders können der Dämpfungsgrad und die Eigenfrequenz verändert werden. Das Verschieben von den Slider verändert die simulierte Funktion und aktualisiert die angezeigten Plots. Zusätzlich zu der Simulation werden Parameter wie z.B. Overshoot, Peak, Rise time angezeigt.

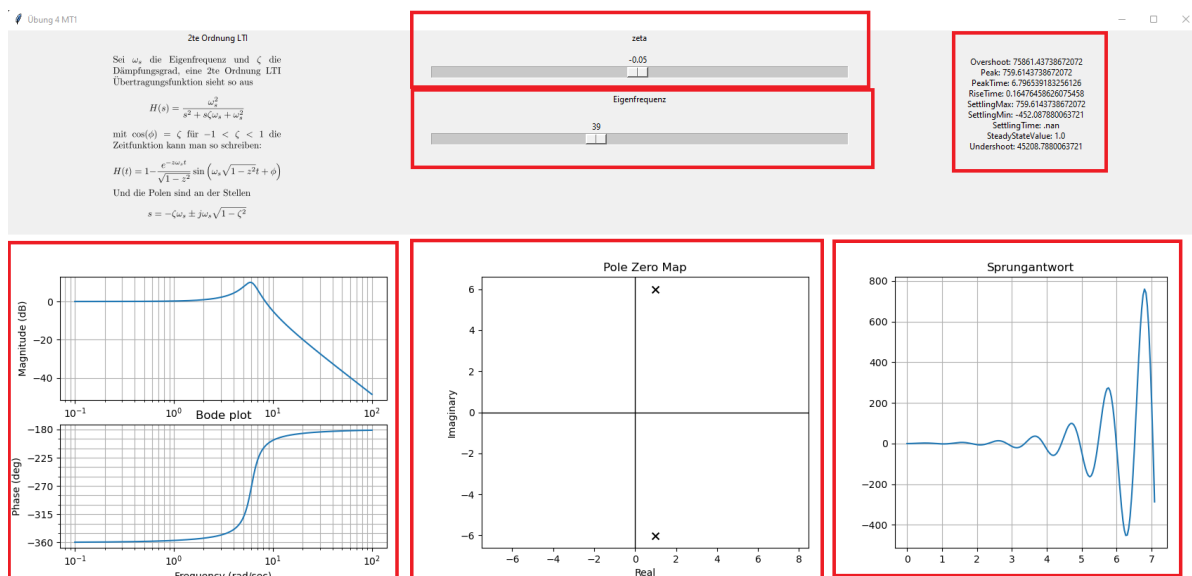


Abbildung 21: Bode-Diagramm, Pole- Zero Map und Sprungantwort bei Veränderung der Variablen

5 Übung 5: Digitale Messdatenerfassung

In der 5 Übung beschäftigen wir uns mit der Digitalen Messdatenerfassung. Dieses Programm wurde als Hilfsmittel zur Visualisierung der ADU-Kennlinie und des dazugehörigen Quantisierungsrauschen entwickelt.

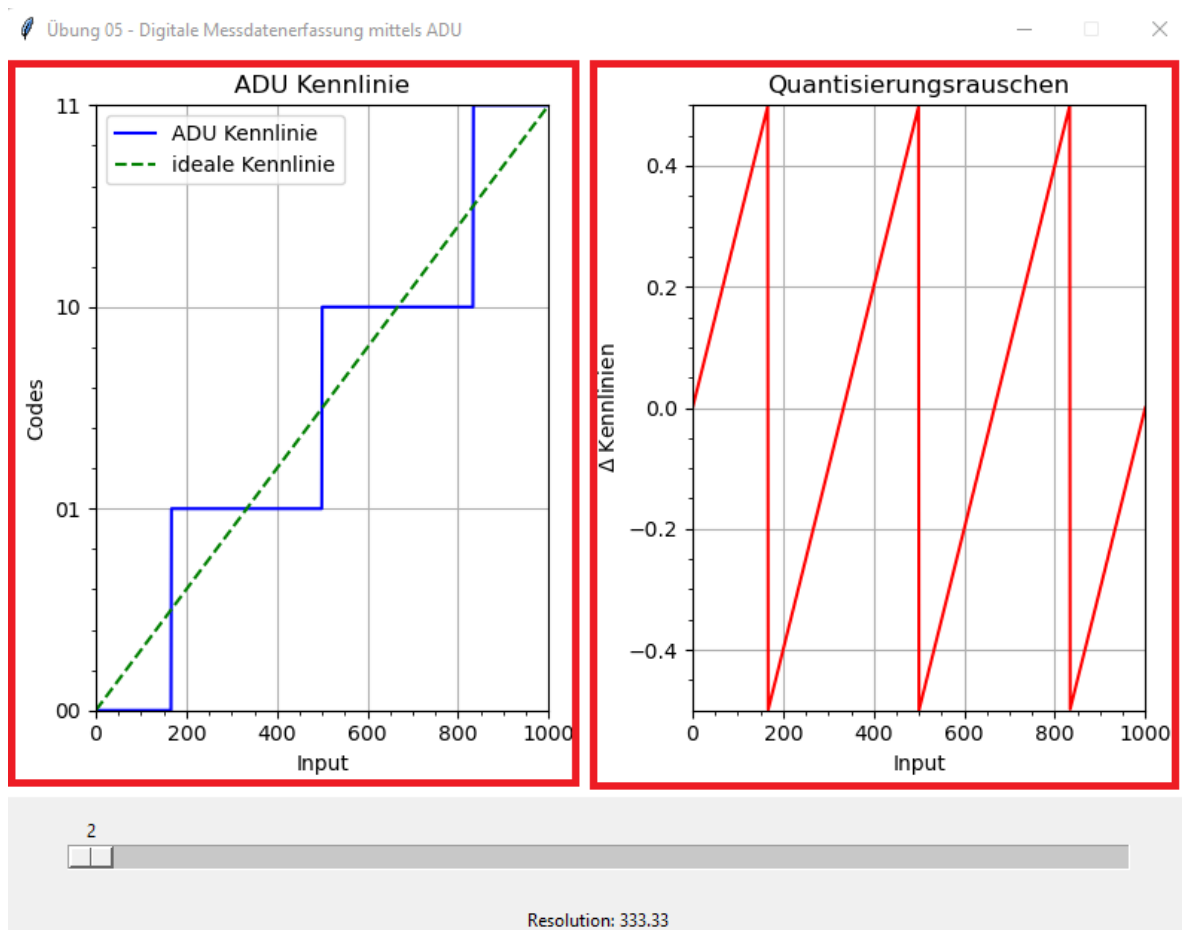


Abbildung 22: ADU-Kennlinie und des dazugehörige Quantisierungsrauschen

Mit den einstellbaren Slider kann die Auflösung des ADUs eingestellt werden. Des Slider kann beliebig auf eine Auflösung im Bereich zwischen 2 und 8 eingestellt werden.

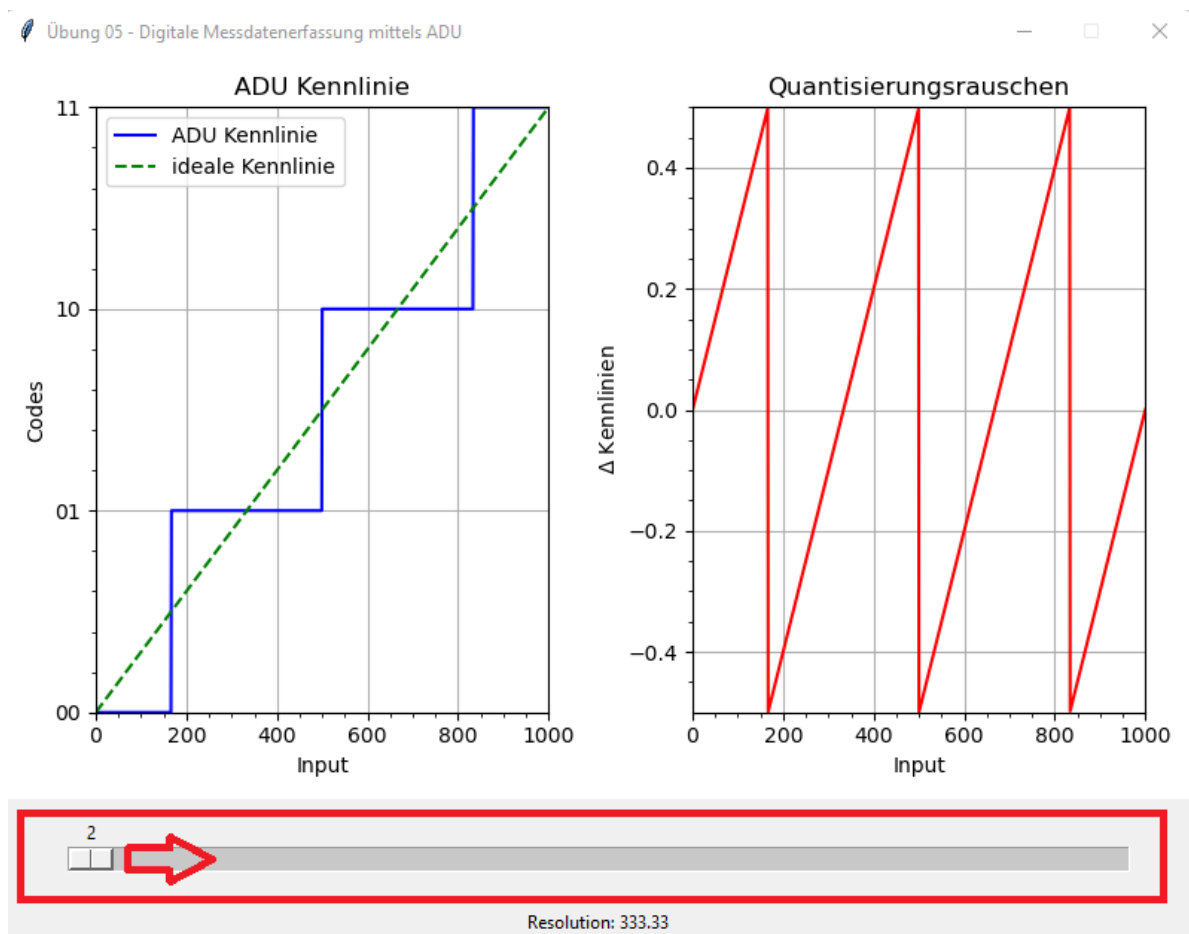


Abbildung 23: Slider für einstellung der Auflösung

In Abhängigkeit von der ausgewählten Auflösung ändert sich die zu sehende Stufenbreite bei der dargestellten ADU-Kennlinie. Der ADU-Kennlinie Plot beinhaltet zusätzlich die Ideale Kennlinie. Die Abweichung zwischen der Realen und Idealen Kennlinie in Abhängigkeit von der Auflösung kann in Plot Quantisierungsrauschen beobachtet werden.

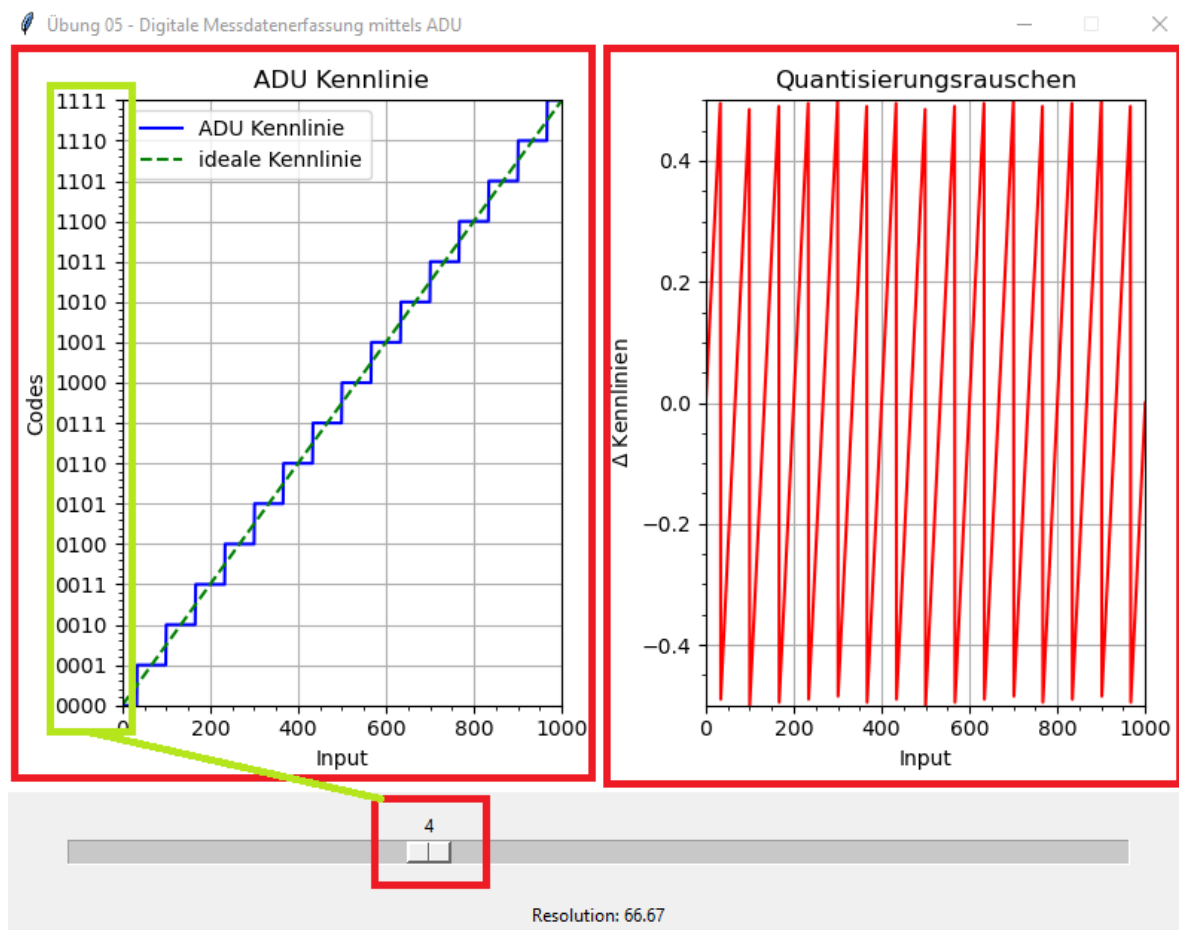


Abbildung 24: ADU-Kennlinie mit der Auflösung von 4 Bit

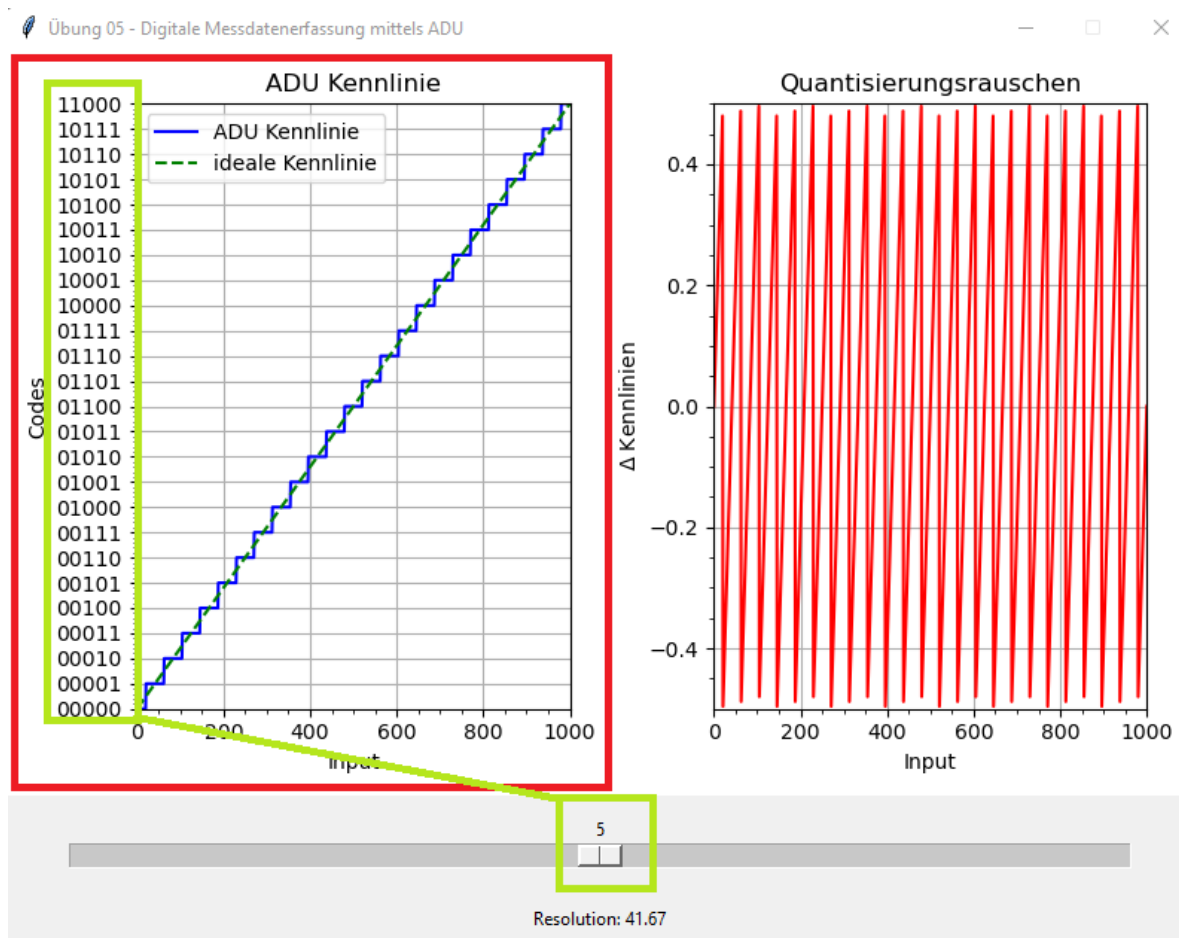


Abbildung 25: ADU-Kennlinie mit der Auflösung von 5 Bit

6 Übung 6: Leistungsmessung

In der 7 Übung beschäftigen wir uns mit der Leistungsmessung das Programm gibt die Leistungen für verschiedene Signale Impedanzen und Bauteile simulieren.

Z ist ein Textfeld, das die Impedanz als Funktion der Zeit, der Spannung, der zeitlichen Ableitungen und der Antiderivate der Spannung und ihrer jeweiligen Werte darstellt. Es kann ein beliebiger Python-Ausdruck eingegeben werden, aber zur Erleichterung des Benutzers wurden Beispiele bereitgestellt. Dies ermöglicht die Darstellung verschiedener Modelle, wie Kondensatoren und Induktivitäten, und sogar Dioden und DIACS.

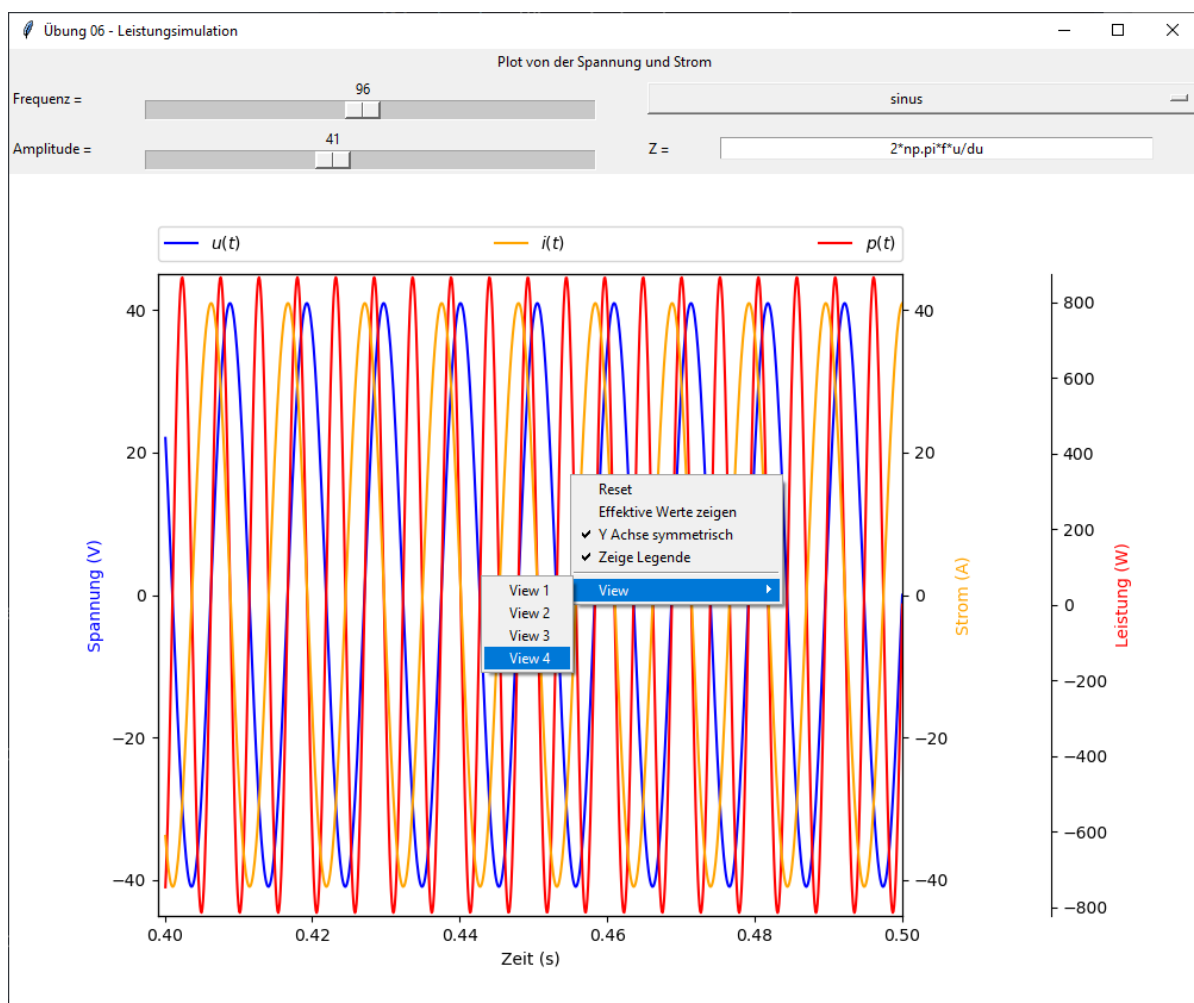


Abbildung 26: Anzeigeeinstellungen durch Rechtsklick

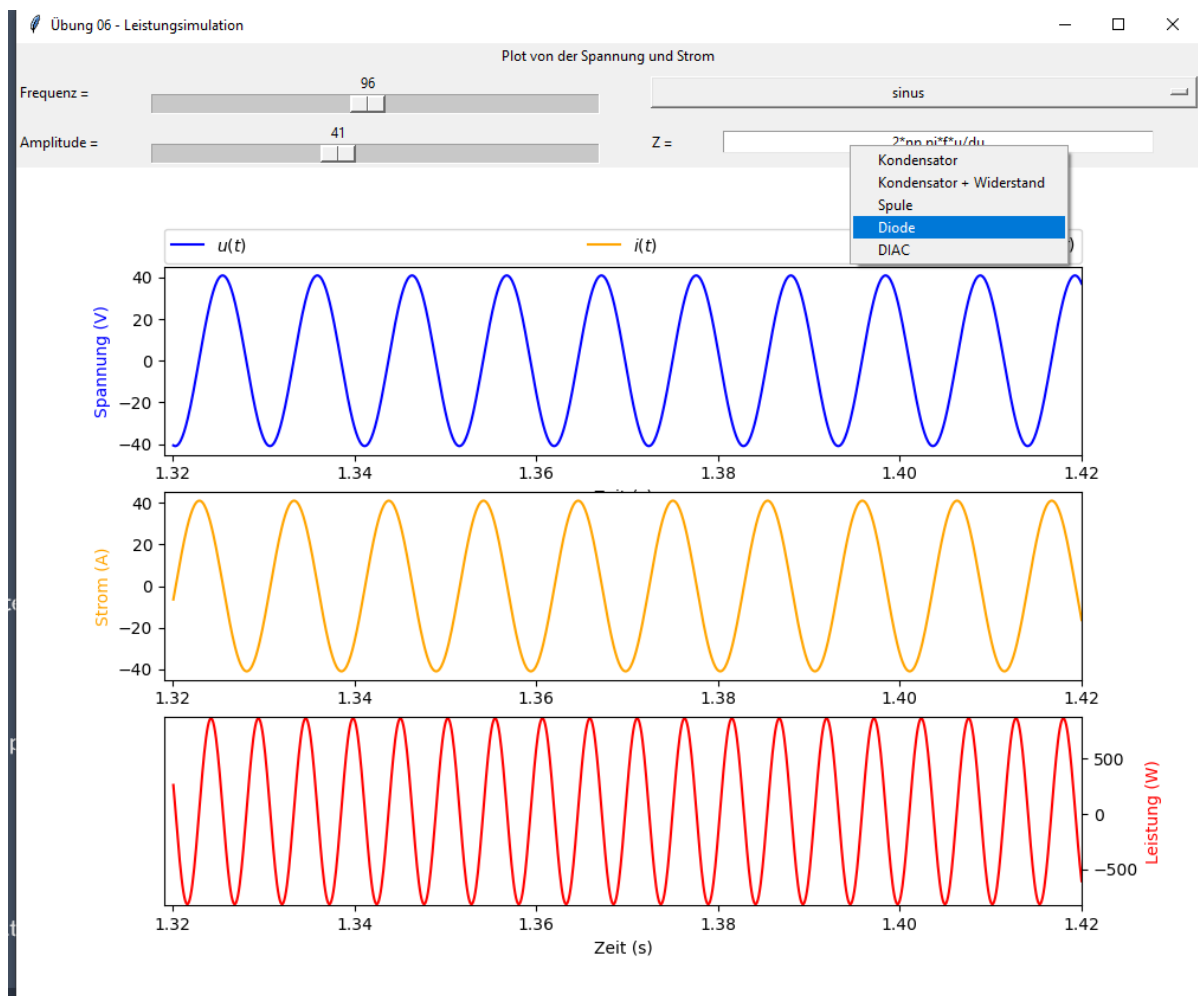


Abbildung 27: Impedanz Einstellungen durch Rechtsklick

Man kann mit den Schieberegler eine Frequenz und eine beliebige Amplitude wählen. Sobald eine Generatorfunktion ausgewählt ist, werden Spannung, Strom und Leistung aufgetragen. Die Spannung wird animiert, als ob sie von einem Signalgenerator in Echtzeit erzeugt würde

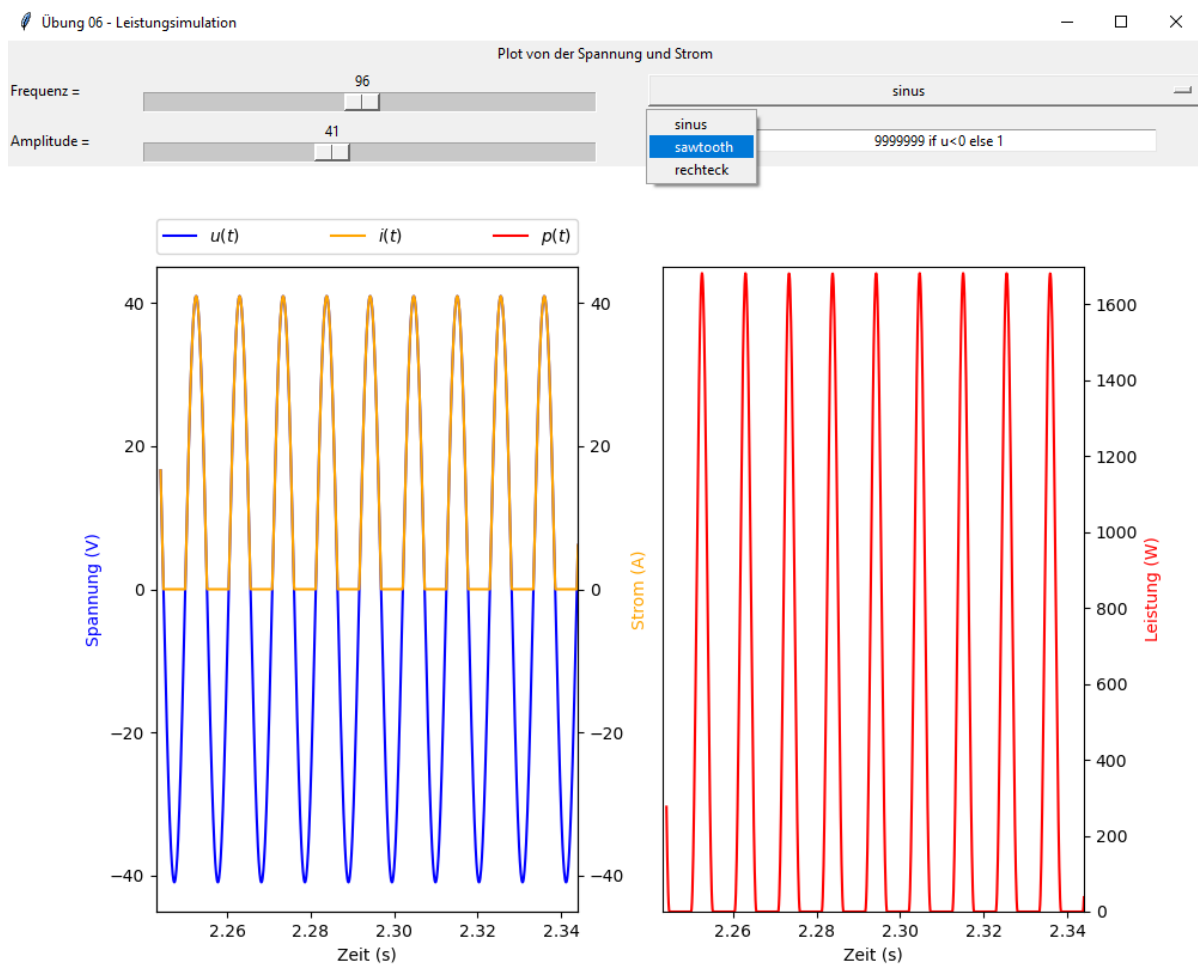


Abbildung 28: Eingangssignal Auswahl

Wenn man mit der rechten Maustaste auf das Diagramm klicken, sehen Sie Einstellungen zum Diagramm, die konfiguriert werden können. Die Einzelheiten sind außerhalb des Geltungsbereichs dieses Dokuments.

7 Übung 7: Messbrücken

In der 7 Übung beschäftigen wir Messbrücken. Das dazugehörige Programm wurde als Hilfsmittel zur Visualisierung der Eingangs- und Ausgangsspannung in Abhängigkeit der eingesetzten Parameter.

Durch die angezeigte Eingabezellen besteht die Möglichkeit die Eingangssignalamplitude zu verändern

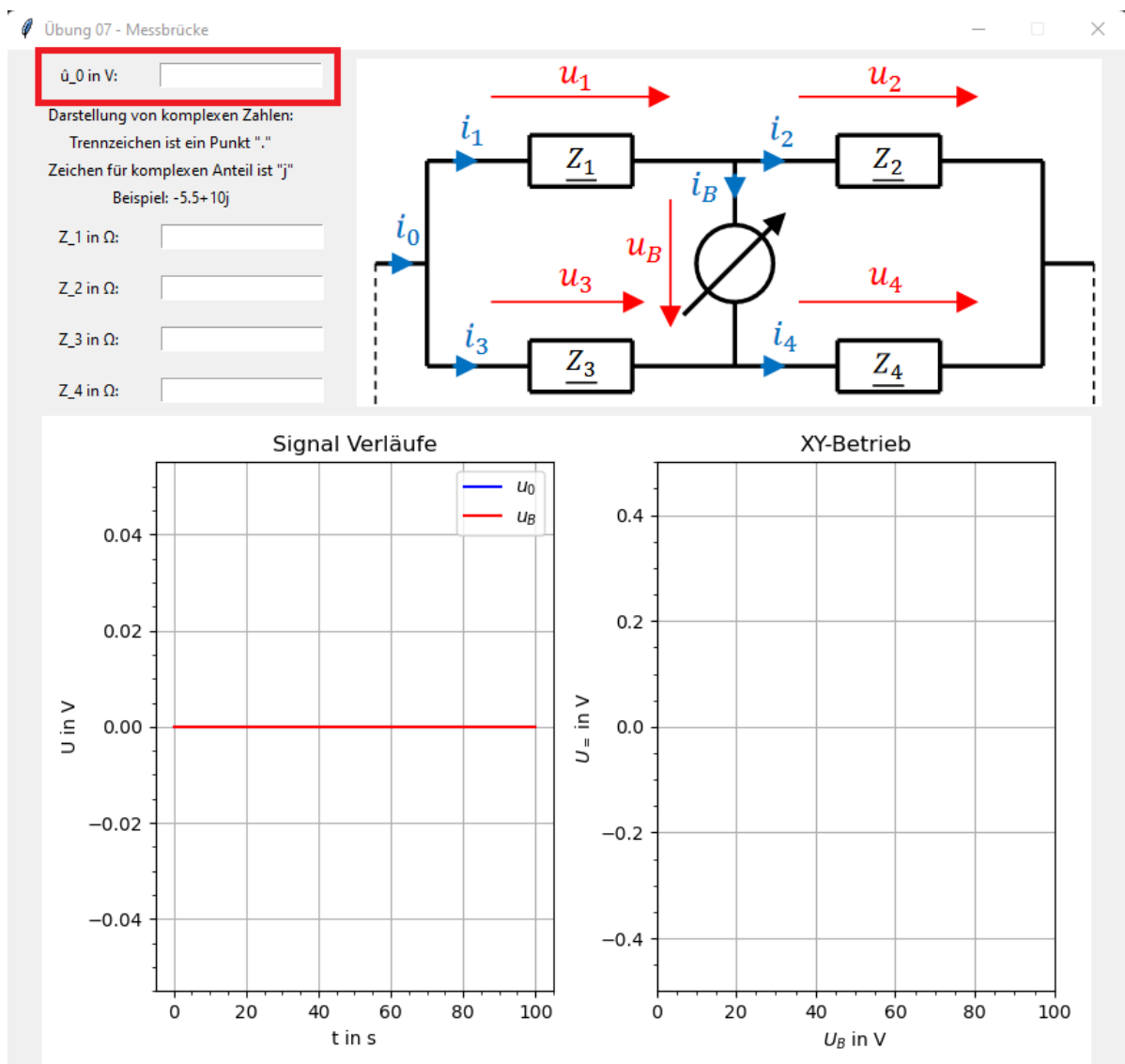


Abbildung 29: Eingangssignalamplitude Einstellung

Die Fenster Z1, Z2, Z3 und Z4 geben die Möglichkeit die Impedanzen von der Messbrücke beliebig zu verändern. Das Eingabeformat ist oberhalb der Eingabezellen gezeigt.

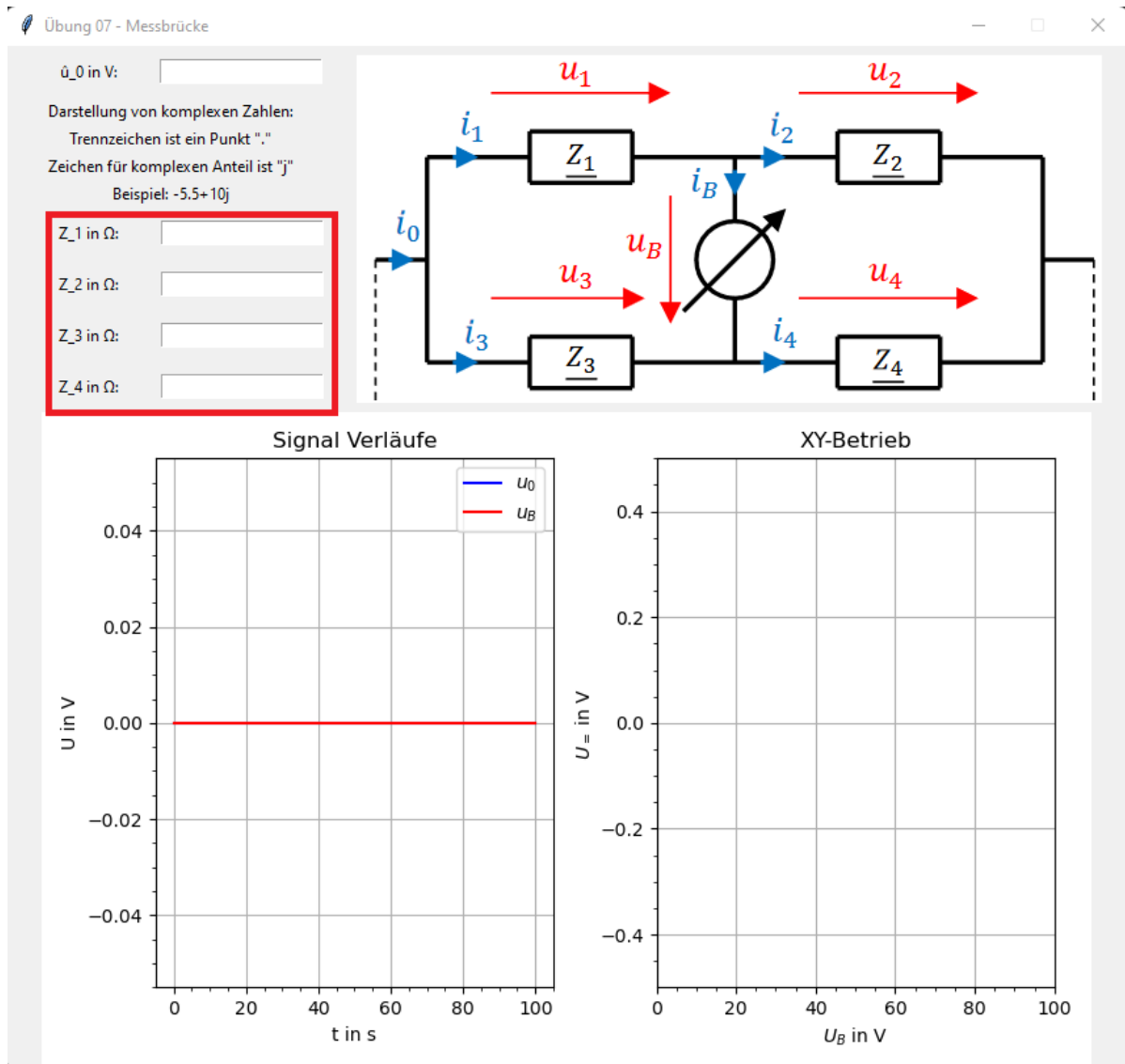


Abbildung 30: Eingabezellen für Impedanzen veränderung

In den Plots werden die Eingangs- und Ausgangssignale und deren Parametrischen Plot dargestellt.

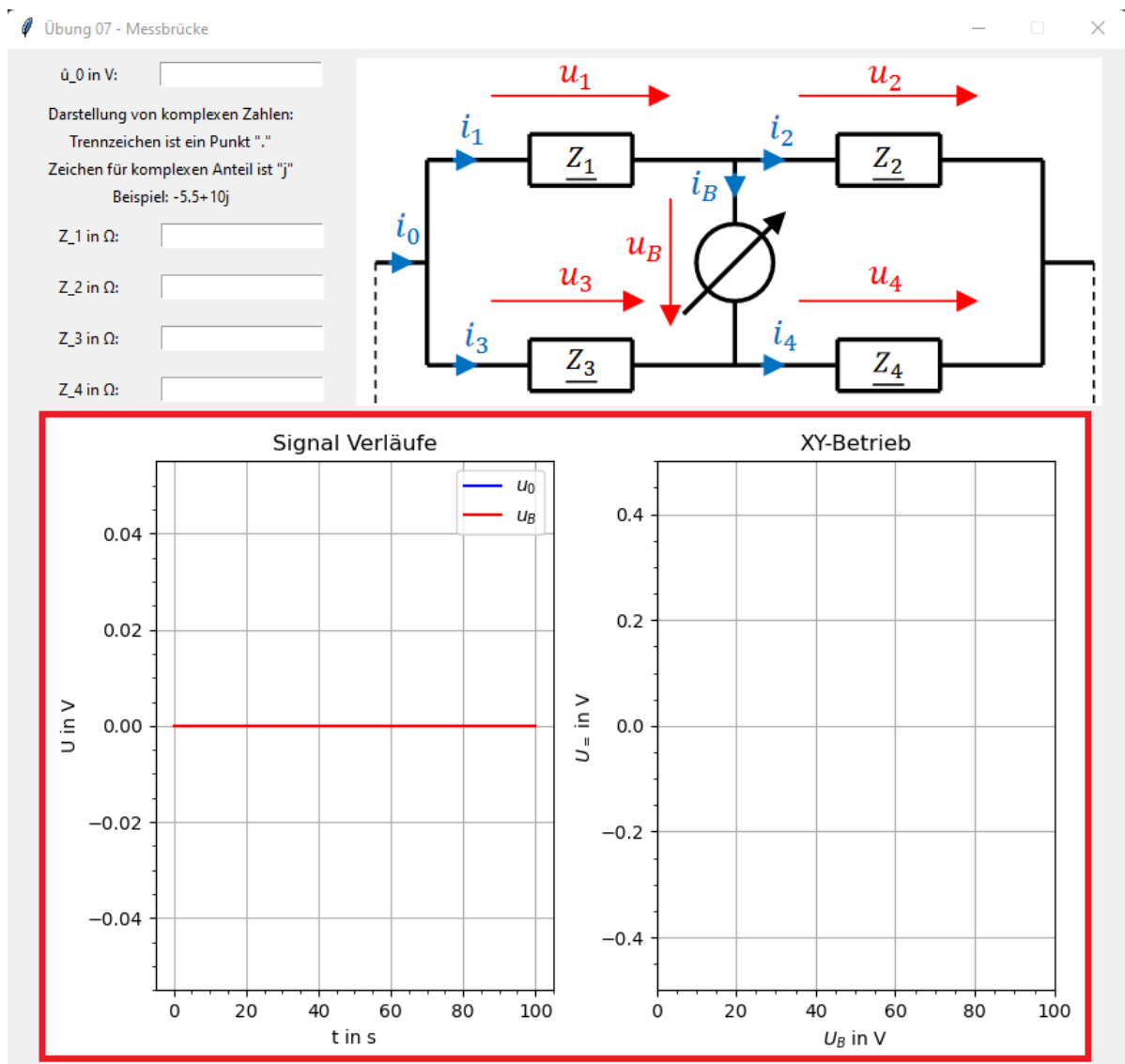


Abbildung 31: Eingangs- und Ausgangssignale und deren Parametrischen Plot