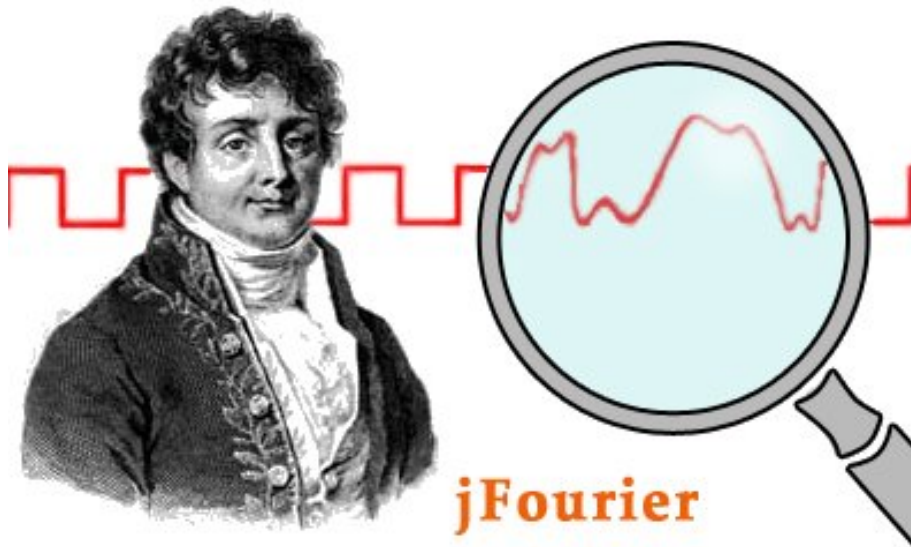




Carl – Miele - Berufskolleg
der Stadt Gütersloh

Wilhelm-Wolf-Str. 2-4 • 33330 Gütersloh • Tel.: (0 52 41) 82 32 22 oder 82 32 23
Fax (0 52 41) 82 33 25



Programmdokumentation
JAVA STARS 2005 – Sun Microsystems Award

Gruppe: JFourier

**Schule: Carl-Miele-Berufskolleg
der Stadt Gütersloh**

**Projekt: Synthese von sinusförmigen Signalen
nach Fourier**

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Projektübersicht.....	3
2 Projektbeschreibung	4
2.1 Programmbeschreibung.....	4
2.2 Projektidee.....	4
2.3 Thema.....	4
2.4 Unterrichtsfächer / Nutzen für den Unterricht	6
2.5 Arbeitsumgebung.....	8
2.6 Testumgebung.....	8
2.7 Installation des Programms.....	9
3 Lösungskonzept	11
3.1 Aufbau des Programms	11
4 Programm-Architektur.....	12
4.1 Klassendiagramm	12
4.2 Aktivitätsdiagramm.....	13
5 Benutzungsanleitung.....	14
5.1 Programmstart	14
5.2 Verschiedene Menüpunkte.....	14
5.2.1 Menüpunkt „Datei \ Neu \ Welle“	14
5.2.2 Menüpunkt „Datei \ Drucken“	15
5.2.3 Menüpunkt „Datei \ Beenden“	15
5.2.4 Reset	15
5.2.5 Wechseln der Ansichten.....	15
5.2.6 Menüpunkt „Beispiel“	17
5.3 Parameter der Wellen	18
6 Quellen	18

1 Projektübersicht

Teamnummer	133
Schulnummer	179589
Schulname	Carl-Miele-Berufskolleg der Stadt Gütersloh
Schulform	Berufskolleg
Name des Teams	JFourier
Projektname	Fourier-Synthese
Projektkurzbeschreibung	Ein Programm zur Fourier-Synthese von Sinus-Schwingungen zur resultierenden Gesamtschwingung unter Berücksichtigung von Amplitude, Frequenz und Phasenverschiebung
Unterrichtsfächer	Mathematik, Elektrotechnik und Programmieren
Gruppenmitglieder	Dana Dopatka, Jahrgang 1983 Christopher Jones, Jahrgang 1986 Rainer Matla, Jahrgang 1985 Stefan Schmelter, Jahrgang 1986
Betreuender Lehrer	Andreas Blomberg

2 Projektbeschreibung

Nachfolgend soll ein grober Überblick über die Projektidee, die Bezüge zum Unterricht sowie eine Einführung in das gewählte Thema gegeben werden.

2.1 Programmbeschreibung

Das vorliegende Programm erzeugt nach dem vom Mathematiker und Physiker Jean Baptiste Joseph Fourier entwickelten Verfahren durch Überlagerung (Addition) von Sinus- und Kosinus-Funktionen ein periodisches Signal. Dabei besteht die Möglichkeit, sich zum einen das überlagerte Signal und zum anderen die eingestellten Parameter im Einheitskreis und auf Frequenzebene anzuzeigen.

Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge enthält das Programm Beispiele, die die Erzeugung von Rechteck-, Sägezahn- und Dreiecksignalen zeigen.

Zur Abrundung des Programms wurde zudem eine Druckfunktion implementiert.

2.2 Projektidee

Die Idee zu diesem Projekt ist entstanden, da uns in verschiedenen Fächern immer wieder sinusförmige Wechsignale „über den Weg gelaufen“ sind. Dazu zählten beispielsweise die Fächer Mathematik, Elektrotechnik und DMT (digitale Messtechnik).

Im Rahmen des Unterrichts war es oft notwendig, Wechsignale zu zeichnen und dabei den Einfluss verschiedener Parameter herauszuarbeiten, was sich auf dem Papier als recht umständlich, fehleranfällig und schwierig erwiesen hat. Um hier Abhilfe zu schaffen und selbst ein besseres Gefühl für die Materie zu bekommen, haben wir uns entschlossen, ein entsprechendes Programm zu schreiben.

2.3 Thema¹

Die Fourieranalyse beschreibt das **Zerlegen** eines beliebigen Signals in Sinus- und Kosinusfunktionen (eine Fourierreihe). Dabei wird davon ausgegangen, dass jedes beliebige, periodische Signal durch eine Überlagerung von Sinus- und Kosinusfunktionen nachgebildet werden kann.

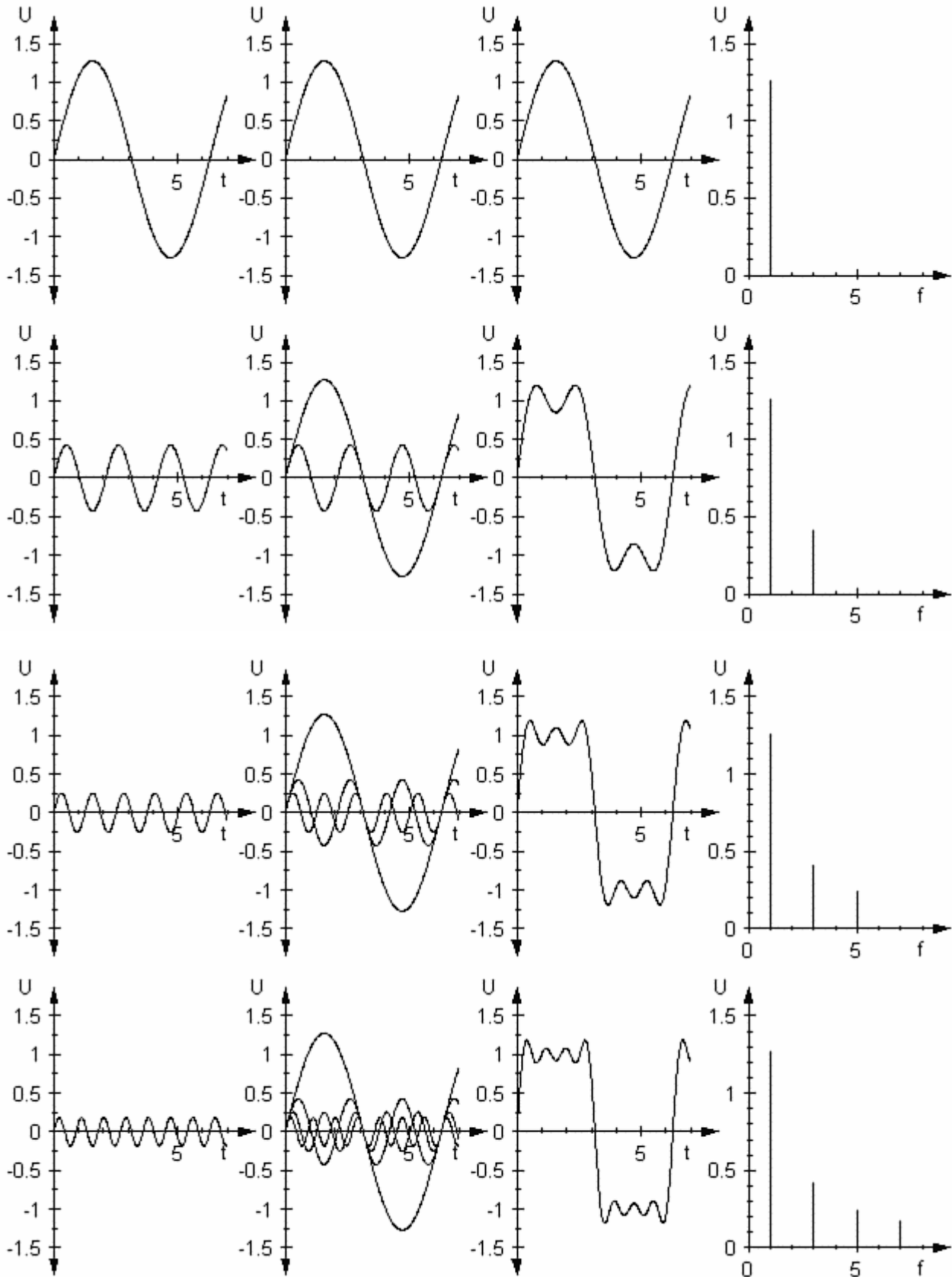
Die Fouriersynthese im Gegensatz dazu beschreibt die **Erzeugung** beliebiger Signale aus Sinus- und Kosinusfunktionen durch Addition verschiedener Oberschwingungen.

Als Beispiel soll die Zerlegung einer Rechteckschwingung (Tastverhältnis 1:1, kein Gleichspannungsanteil) dienen. Die Funktion lautet:

$$u(t) = \frac{4U_S}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin(3\omega t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t) + \frac{1}{7} \sin(7\omega t) + \frac{1}{9} \dots \right)$$

Anhand dieser Funktion erkennt man, dass ein Rechteck unendlich viele Oberschwingungen enthält. Es beinhaltet jeweils die ungeraden harmonischen Oberschwingungen mit dabei abnehmender Amplitude. Aufgrund dessen wird ein Rechtecksignal auch häufig zum Testen elektronischer Schaltungen genommen, da so das Frequenzverhalten dieser Schaltung erkannt wird.

¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Fourier-Analyse>



In diesem Bild ist die Fouriersynthese eines Rechtecksignals dargestellt. Die Diagramme der ersten Spalte zeigen die jeweilige Oberschwingung, die in der zweiten Spalte alle Oberschwingungen und im dritten Diagramm die addierten Oberschwingungen. Je mehr Oberwellen berücksichtigt werden, umso näher kommt man einem idealen Rechtecksignal. Die vierte Spalte zeigt das Frequenzverhalten.

2.4 Unterrichtsfächer / Nutzen für den Unterricht

Das vorliegende Programm kann in Fächern Mathematik, Elektrotechnik und im Bereich der Messtechnik eingesetzt werden.

In der **Mathematik** werden im Bereich der Trigonometrie Sinus- und Kosinusfunktionen behandelt. Dabei ist u.a. wichtig zu wissen, wie sich einzelne Parameter auf die Grundform eines Sinus-Signals auswirken.

Die Grundform einer Sinus-Funktion sei:

$$y = \sin(x)$$

Diese Grundfunktion kann durch Hinzufügen von Parametern in ihrer Erscheinung verändert werden. Allgemein gestaltet sich die erweiterte Funktion wie folgt:

$$y = a \cdot \sin(b \cdot x + c)$$

mit den Parametern

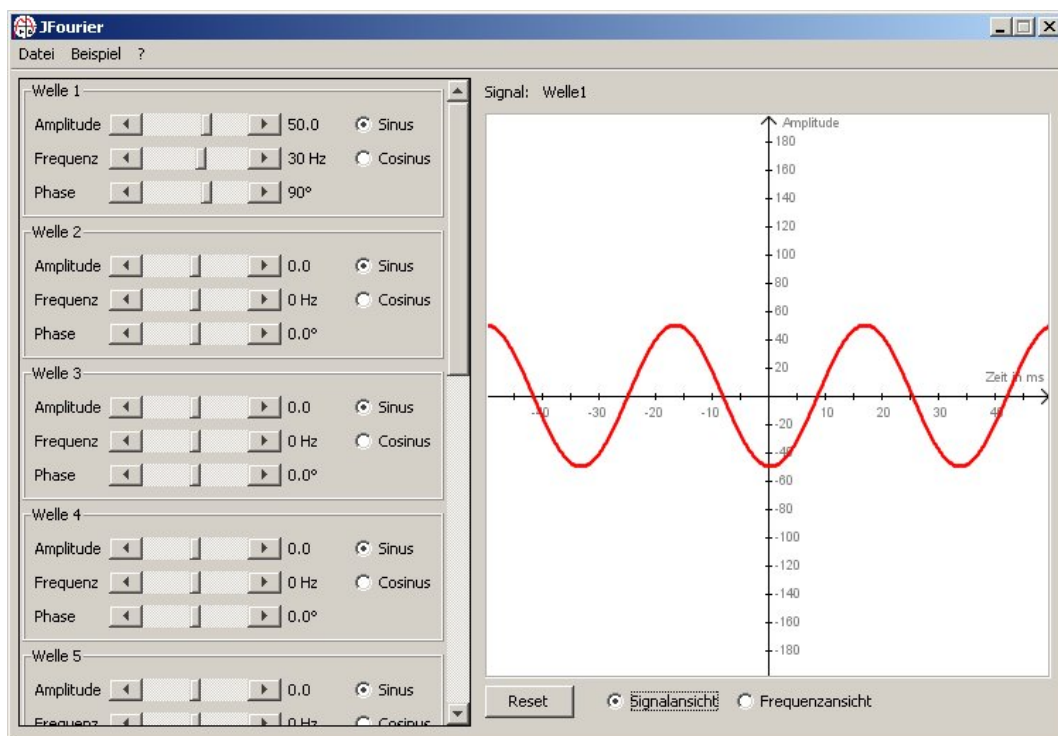
a = Amplitude

b = Kreisfrequenz

c = Verschiebung auf der X-Achse

Das Programm kann hier zur Darstellung der Auswirkungen der einzelnen Parameter genutzt werden.

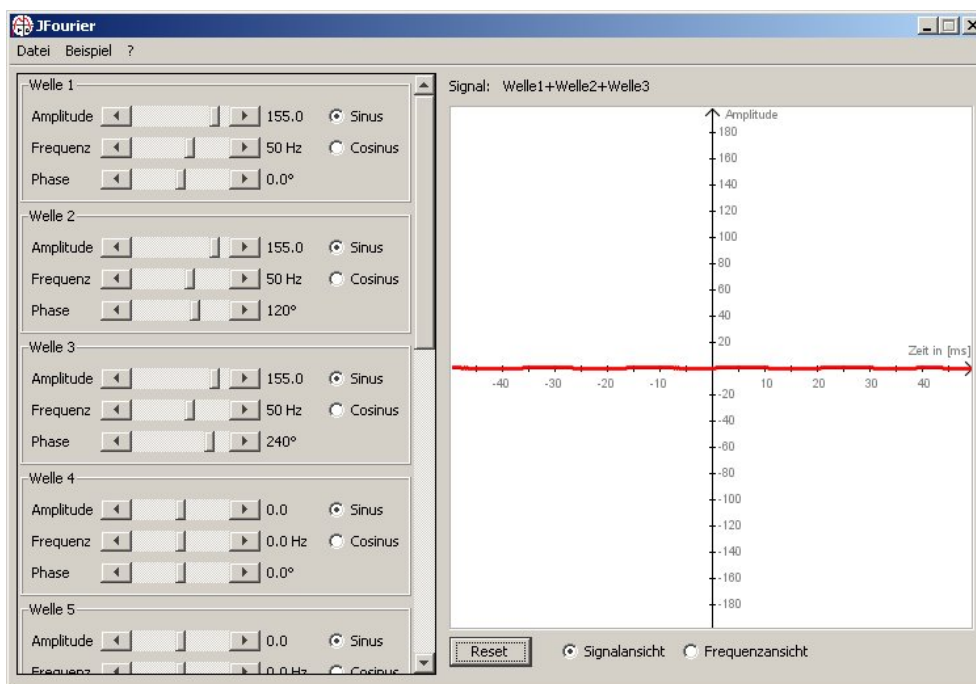
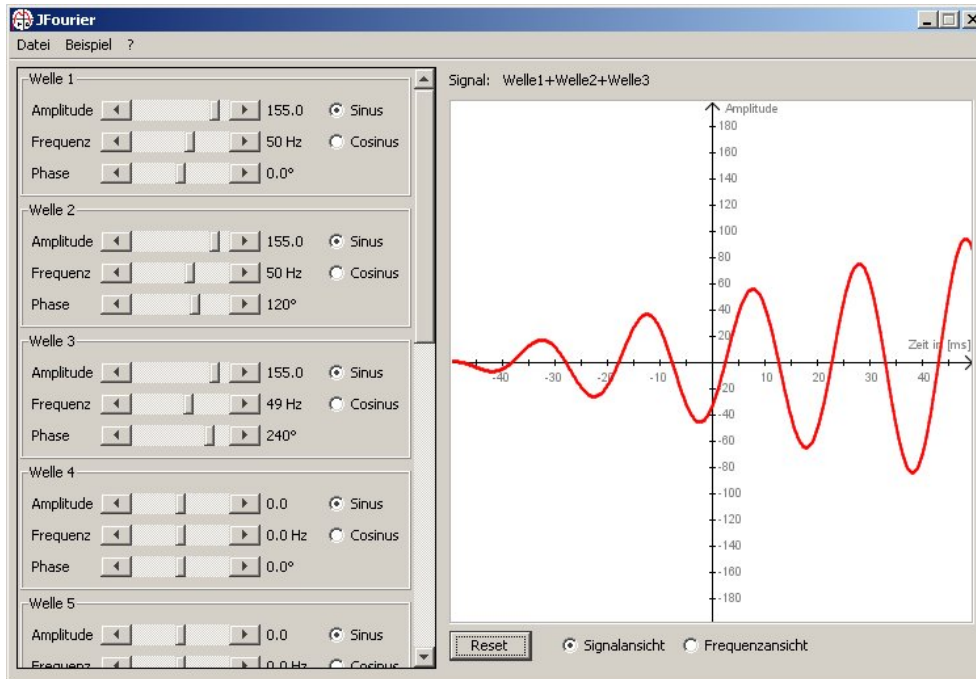
Beispiel: Es soll die Funktion $y = 50 \cdot \sin(30x + 90^\circ)$ dargestellt werden:



Elektrotechnik

In elektrotechnischen Systemen addieren sich die Ströme der Außenleiter zu Null, sofern diese sinusförmig sind, die gleiche Amplitude und gleiche Frequenz aufweisen sowie gegeneinander eine Phasenverschiebung von 120° aufweisen.

In Konsequenz daraus werden beispielsweise Drehstrommotoren nur an die 3 Außenleiter (L1, L2, L3), jedoch nicht an den Neutralleiter (N), angeschlossen. Das erste Bild zeigt, dass sich der Neutralleiterstrom nicht zu Null addiert, wenn nur eine der Frequenzen um 1 Hz abweicht. Das zweite Bild zeigt den praxisrelevanten Sachverhalt bei einem Drehstrommotor (die Frequenzen betragen immer 50 Hz).



2.5 Arbeitsumgebung

Entwickelt wurde das Programm in der integrierten Entwicklungsumgebung **ECLIPSE**, die kostenlos unter www.eclipse.org zu erhalten ist. Die Datei **JFourier.exe** wurde mit dem Programm **JSmooth** 0.9.7 erzeugt, die Datei **setup.exe** mit dem Programm **MSIS Installer**.

2.6 Testumgebung

Getestet wurde das Programm unter folgenden Betriebssystemen:

- Windows XP
- Linux
- MAC OS.

2.7 Installation des Programms

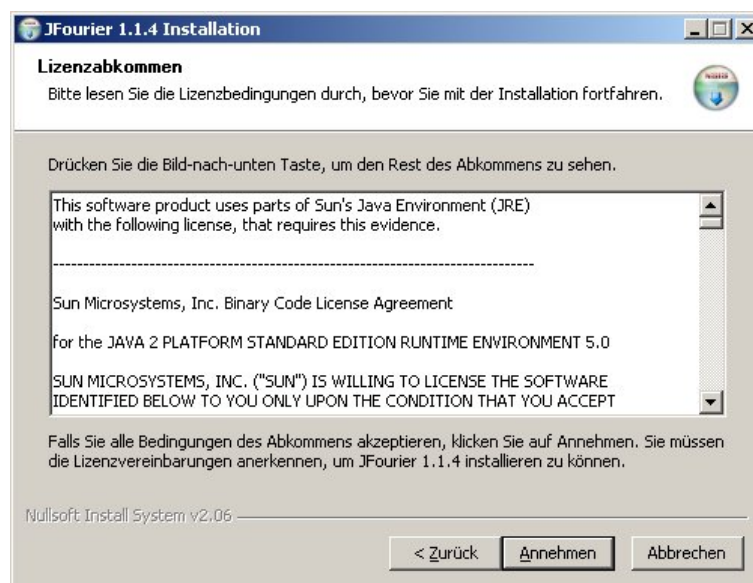
Zur Installation unter Windows steht auf der CD eine **Setup.exe** zur Verfügung. Weiterhin existiert das Programm als *.jar-Datei zum Ausführen des Programms unter anderen Betriebssystemen.

Die Installation des Programms unter Windows erfolgt über einen Installationsassistenten. Dieser kann entweder über **Start \ Ausführen \ Setup.exe** oder durch Doppelklick der **Setup.exe** auf der Programm-CD gestartet werden.

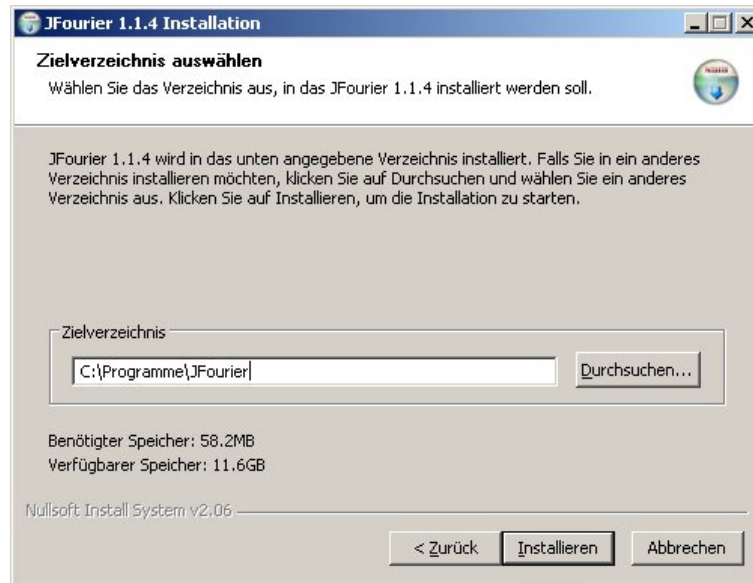
Der Installationsassistent begleitet den Anwender durch den weiteren Installationsprozess. Das erste Fenster bitte mit **Weiter** bestätigen.



Als nächstes wird der Benutzer mit den Lizenzvereinbarungen vertraut gemacht. Um die Installationen weiter fortzusetzen, muss dem Lizenzabkommen über einen Klick auf den Button **Annehmen** zugestimmt werden.



Im nachfolgenden Schritt kann der Anwender das Installationsverzeichnis auswählen. Durch einen Klick auf den Button **Installieren** wird das Programm in dem vom Benutzer definierten Verzeichnis installiert.



Nach erfolgreicher Installation ist das Programm sowohl über ein **Symbol** auf dem Desktop als auch über das Startmenü **Start \ Programme \ JFourier** erreichbar.

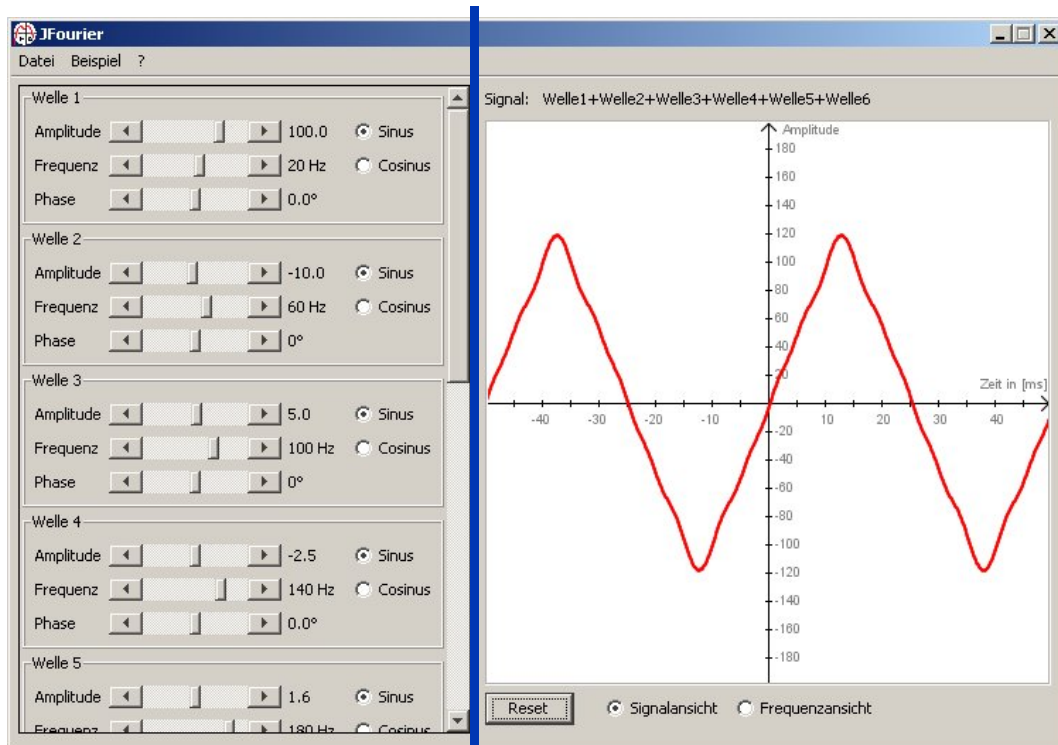


3 Lösungskonzept

3.1 Aufbau des Programms

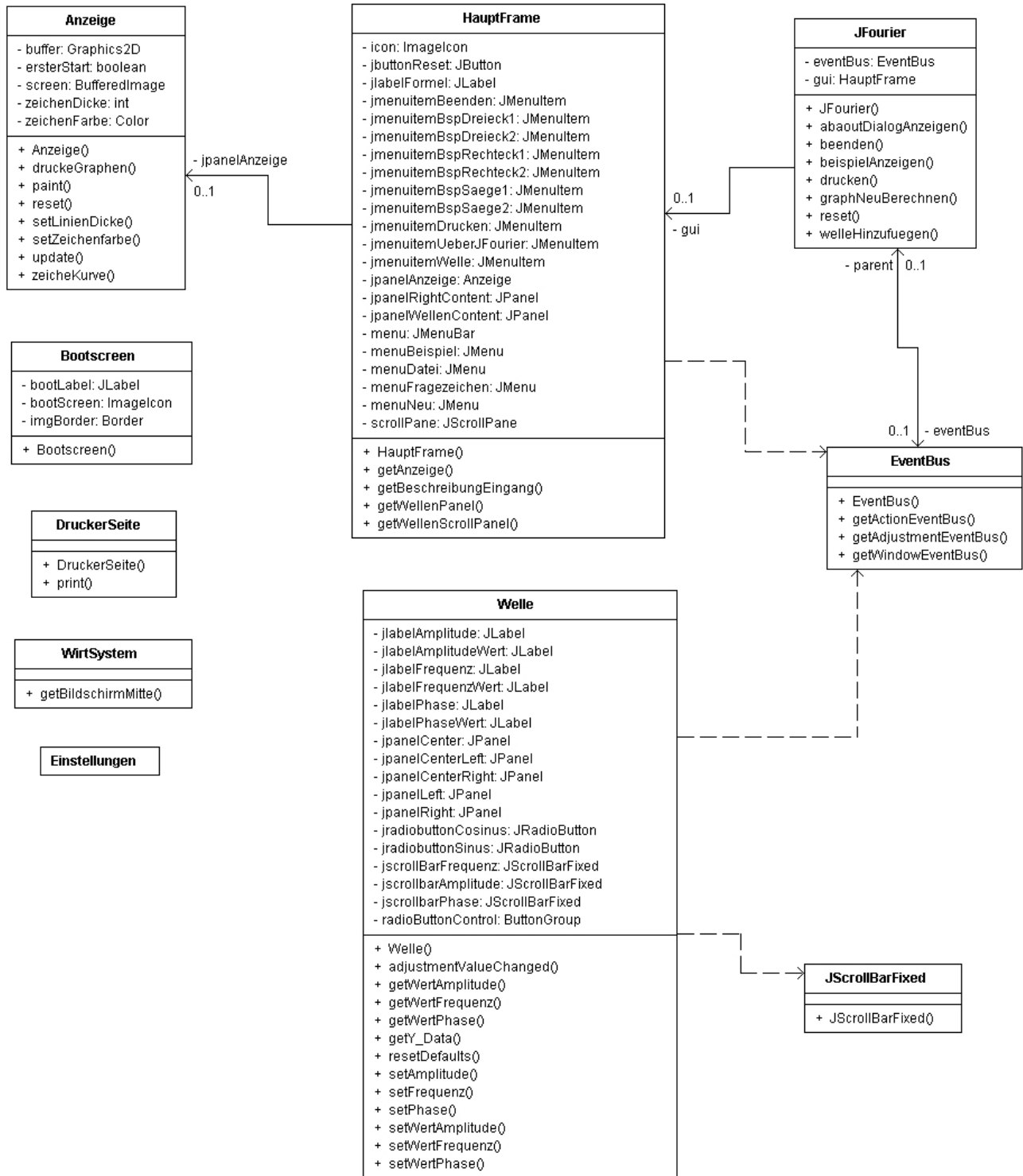
Das Programm besteht aus Anwendersicht aus einer vertikal geteilten Benutzungsoberfläche. Dabei dient die linke Hälfte der Eingabe der Parameter; auf der rechten Seite steht ein 4-Quadranten-Feld zur Verfügung, auf dem die Ausgabe des errechneten Signals anhand der eingestellten Parameter erfolgt.

Des Weiteren kann unterhalb des 4-Quadrantenfelds ausgewählt werden, ob das Ausgangssignal in der Signal- oder Frequenzansicht angezeigt werden soll.

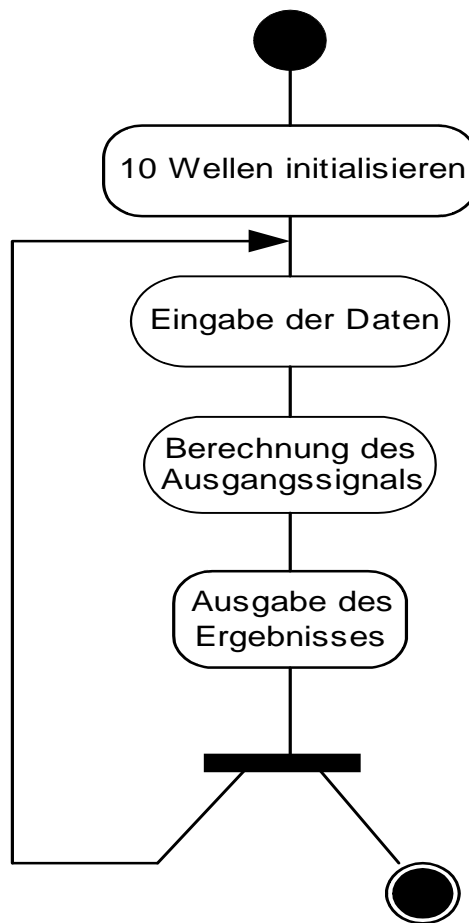


4 Programm-Architektur

4.1 Klassendiagramm



4.2 Aktivitätsdiagramm



5 Benutzungsanleitung

5.1 Programmstart

Nach erfolgreicher Installation ist das Programm sowohl über ein **Symbol** auf dem Desktop als auch über das Startmenü **Start \ Programme \ JFourier** erreichbar.



5.2 Verschiedene Menüpunkte

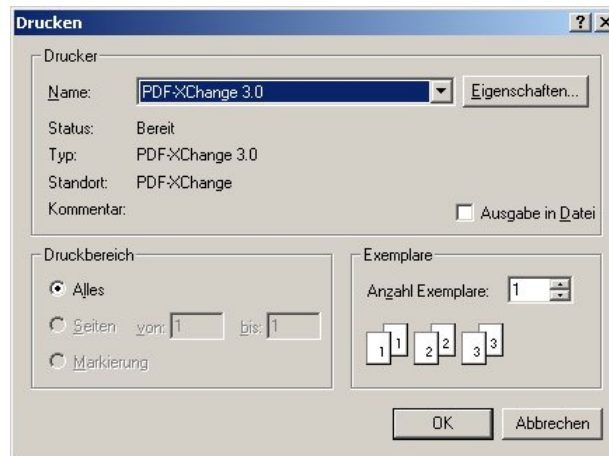
5.2.1 Menüpunkt „Datei \ Neu \ Welle“

Über das Menü **Datei \ Neu \ Welle** kann eine zusätzliche Oberwelle zur Darstellung des Signals eingefügt werden. Bei Programmstart werden standardmäßig 10 Vorlagen zur Einstellung der Wellen angezeigt. Eine maximale Obergrenze an verfügbaren Wellen gibt es nicht.

Weiterhin ist diese Funktion mit dem Shortcut **Strg + N** belegt.

5.2.2 Menüpunkt „Datei \ Drucken“

Die Funktion **Datei \ Drucken** ermöglicht den Ausdruck des Ausgangssignals als Grafik. Durch Aufruf dieser Funktion wird ein Druckdialog aufgerufen, in dem der gewünschte Drucker ausgewählt werden kann. Als Vorauswahl ist in diesem Dialog der Standard-Drucker ausgewählt. Außerdem kann die Druck-Funktion über den Shortcut **Strg + P** aufgerufen werden.



5.2.3 Menüpunkt „Datei \ Beenden“

Über den Menüeintrag **Datei \ Beenden** kann das Programm JFourier beendet werden. Standardmäßig kann das Programm ebenfalls über das Tastatur-Kürzel **Alt + F4** verlassen werden.

5.2.4 Button Reset

Über den Button **Reset** können alle getätigten Eingaben zurückgesetzt werden. Durch Rücksetzen der Parameter wird auch die Grafik im 4-Quadranten-Feld gelöscht.

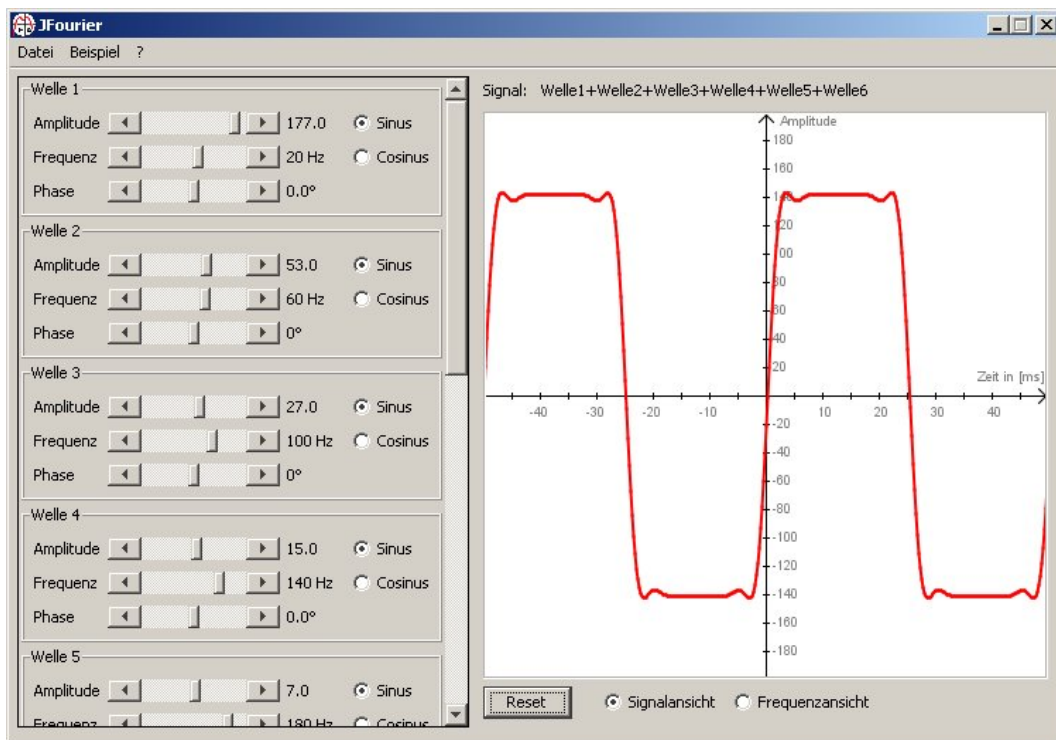
5.2.5 Wechseln der Ansichten

Im unteren Teil der rechten Bildschirmhälfte besteht die Möglichkeit, zwischen 2 Ansichten zu wählen. Dies sind:

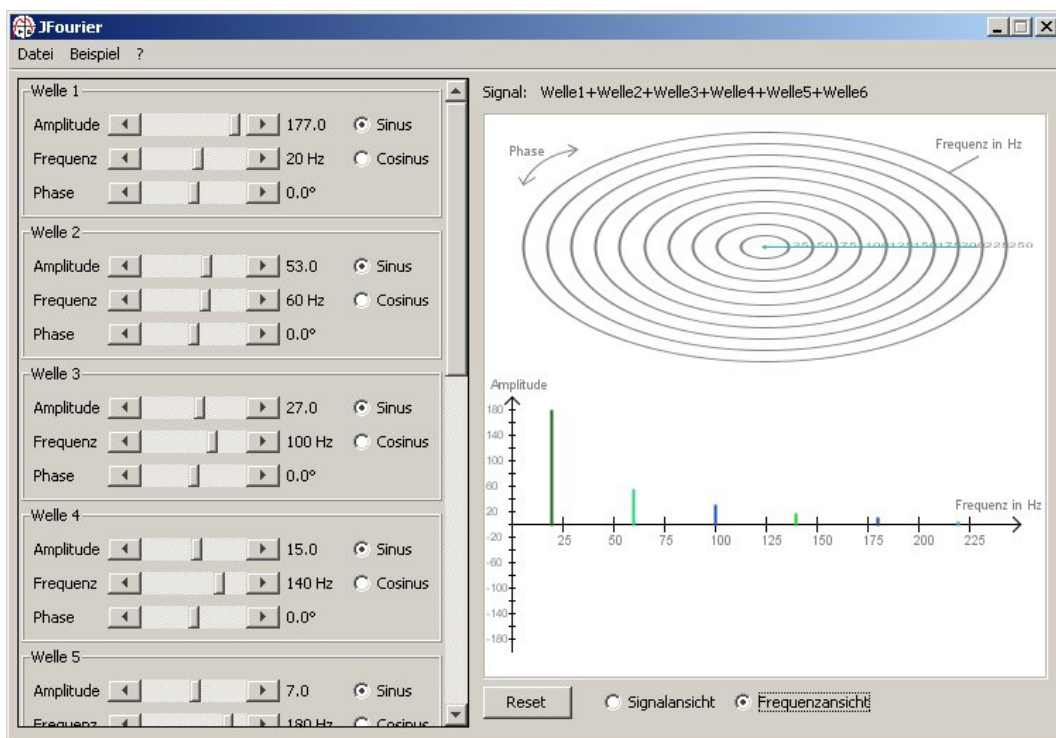
- Signalansicht
- Frequenzansicht

In der Signalansicht wird das überlagerte Signal in einem 4-Quadranten-Feld ausgegeben, wohingegen in der Frequenzansicht die Parameter der einzelnen Wellen sowohl im Einheitskreis als auch auf Frequenzebene dargestellt werden.

Signalansicht



Frequenzansicht

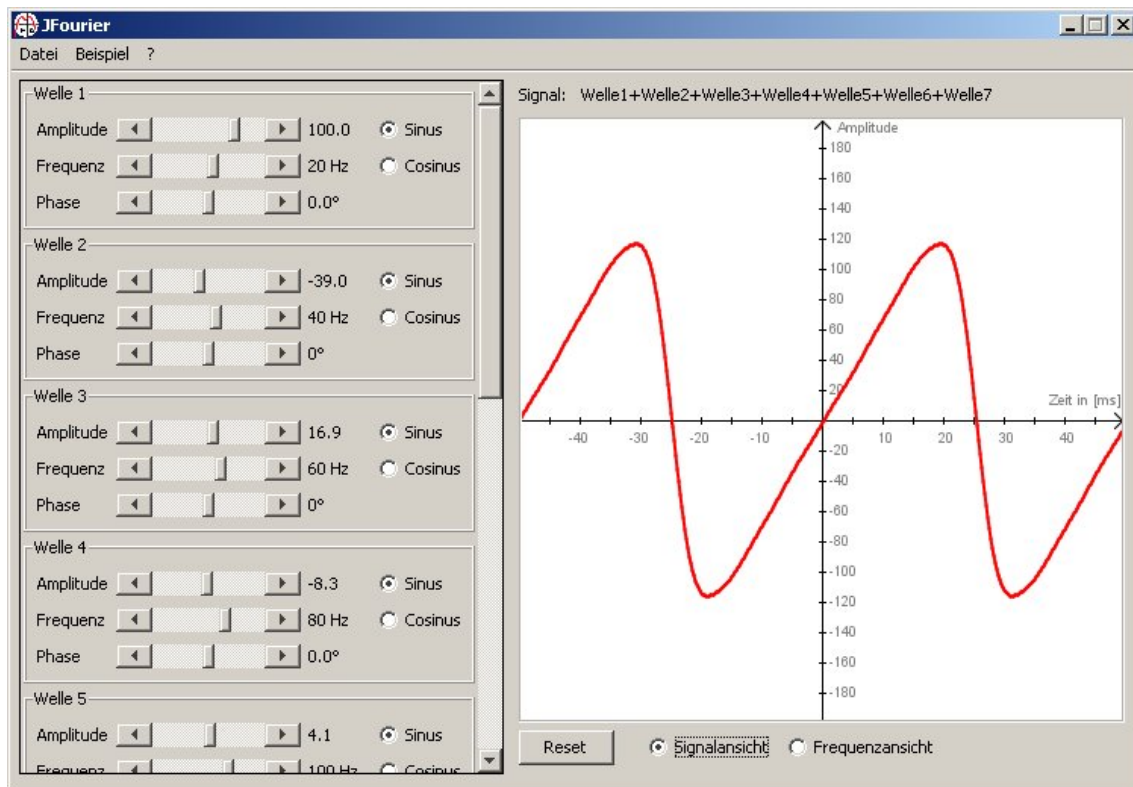


5.2.6 Menüpunkt „Beispiel“

Unter dem Menüpunkt **Beispiel** stehen 6 verschiedene Beispiele für Fourier-Synthesen zur Verfügung. Wie die Ausgabe dabei aussieht, kann von der Bezeichnung des Beispiels abgeleitet werden. Derzeit stehen folgende Beispiele zur Verfügung:

- Rechteck 1
- Rechteck 2
- Dreieck 1
- Dreieck 2
- Sägezahn 1
- Sägezahn 2

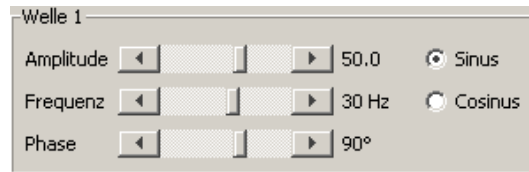
Beispiel für Sägezahn 1:



5.3 Parameter der Wellen

Die Parameter für die einzelnen Wellen können über Schieberegler eingegeben werden: Dabei sind folgende Einstellungen möglich:

Parameter	Wertebereich	Schrittweite
Amplitude	-200 bis 200	0.1 Einheiten
Frequenz	- 250 bis 250 Hz	1 Hz
Phase	-360° bis 360°	1°



Anmerkung zum Wertebereich:

Negative Werte werden bewusst zugelassen. Damit kann beispielsweise gezeigt werden, dass eine negative Amplitude einer Phasenverschiebung von 180° entspricht.

6 Quellen

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Fourier-Analyse>