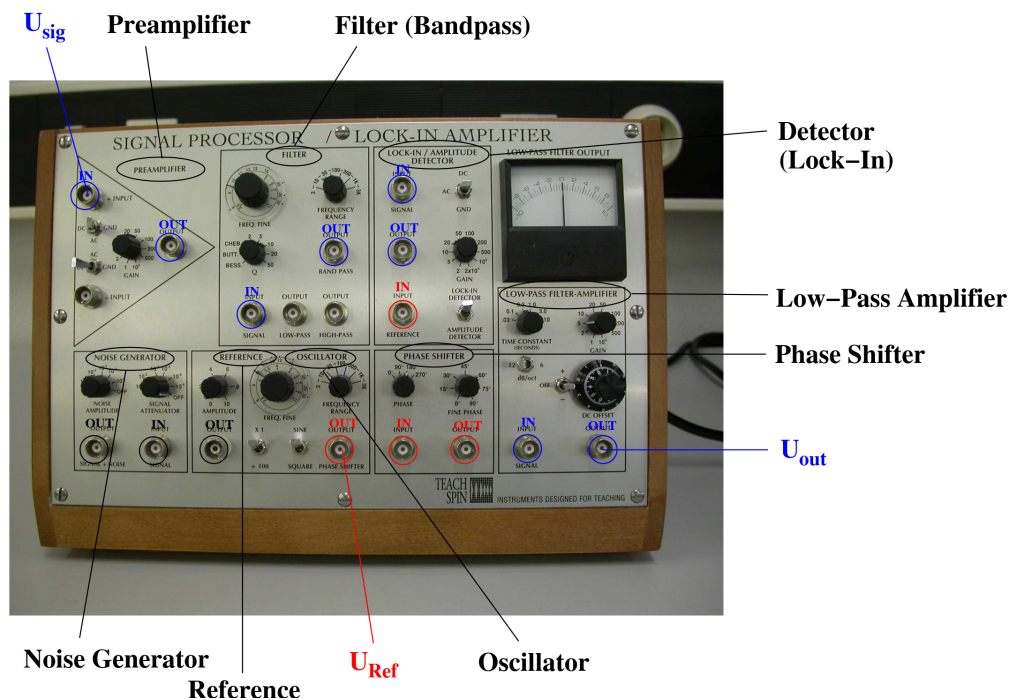


## Der Lock-In-Verstärker

### Versuch 303



#### 0.1 Zusammenfassung

Der Lock-In-Verstärker überlagert ein verrauschtes Eingangssignal mit einem Referenzsignal und eliminiert alle Signale mit einer zum Referenzsignal ungleichen Frequenz und analysiert gleichzeitig die Phasenverschiebung zwischen Eingangssignal und Referenzsignal.

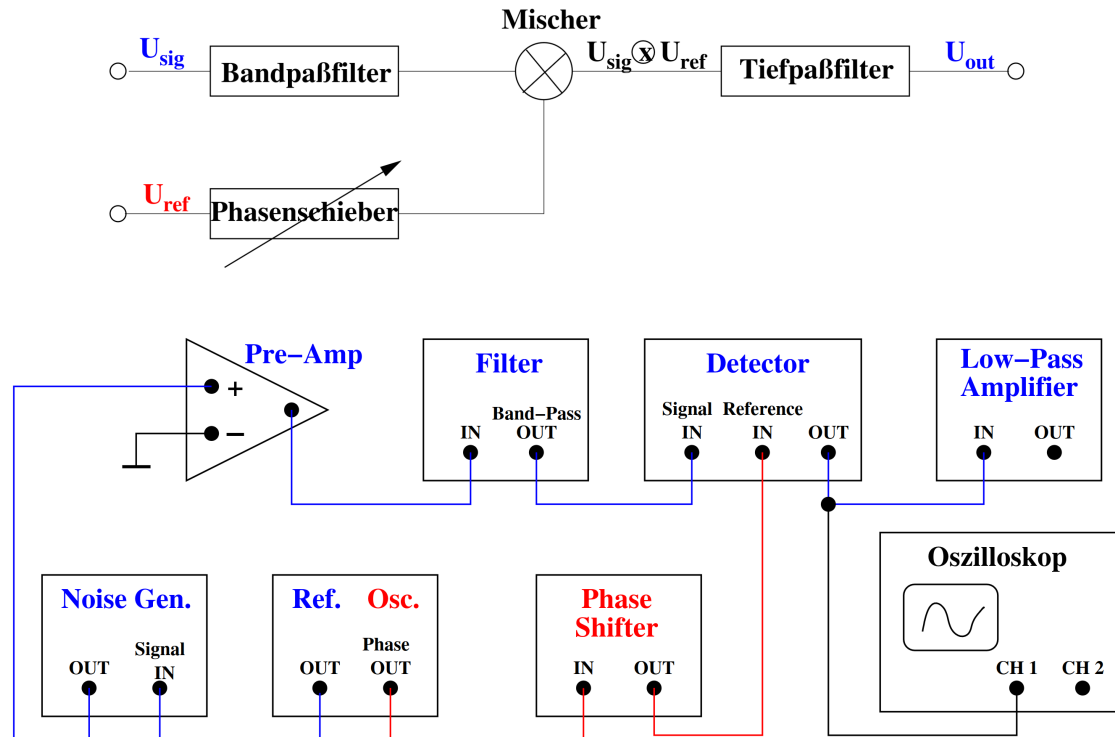
#### 0.2 Größenordnung

Gemessene Spannungen: 10 mV.

Die Analyse eines unverrauschten Signals und eines Verrauschten Signals ist sehr gut möglich.

Nachweis des Lichts bis 50 cm.

## 0.3 Funktionsweise



1. Überlagerung von Eingangssignal und Noise
2. Vorverstärkung des überlagerten Signals
3. Mischen mit Referenzsignal (Modulationssignal)
  - Durch Variation der Phase kann das Eingangssignal auf die Phase überprüft werden
4. Integration durch Tiefpassfilter
  - Integration eliminiert Frequenzen, welche nicht gleich der Frequenz des Modulationssignals sind. Diese mitteln sich heraus
5. Auslass der Spannung, welche spezifisch ist gegenüber der Frequenz des Modulationssignals und proportional dazu, wie sehr das Eingangssignal und das Referenzsignal überlappen
6. Je besser also das Referenzsignal mit dem Eingangssignal übereinanderliegt, desto höher ist die Ausgangsspannung

Durch die Wahl eines großen  $\nu$

$$\Delta\nu = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{\pi RC} \propto \frac{1}{RC}$$

$\nu$  : Zeitkonstante

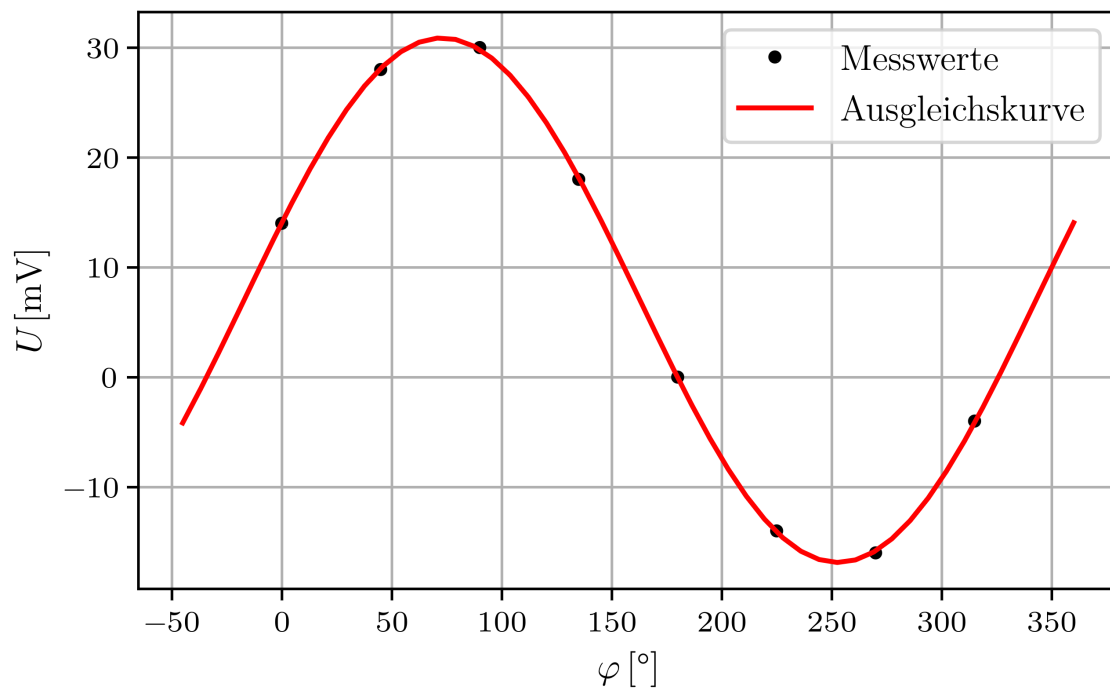
R : Ohmscher Widerstand

C : Kapazität des Kondensators

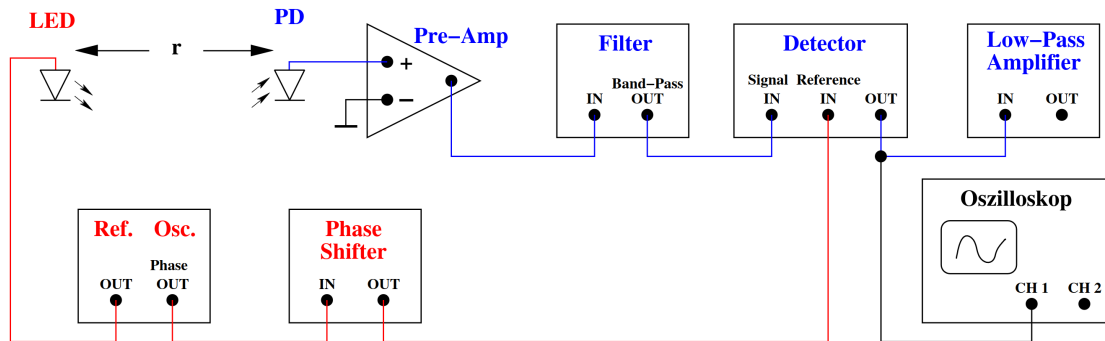
### 0.3.1 Alternative Erklärung der "Integration" des Signals

Das Multiplizieren des Eingangssignals mit dem Referenzsignal erzeugt ein Signal, welches aus den Summenfrequenzen und Differenzfrequenzen besteht. Dieses Signal gelangt nun zum Tiefpassfilter. Dort werden die Summenfrequenzen ohnehin eliminiert. Es gelangen nur Differenzfrequenzen durch den Tiefpassfilter, welche einer genügend kleinen Differenz entsprechen. Die Phase  $\varphi$  und insbesondere dessen Variation am Phasenschieber geht insofern in die Analyse des Signals mit ein, als dass die Ausgangsspannung  $U_{\text{out}} \propto U_0 \cos \Delta\varphi$  ist. Bzw. je besser das Eingangssignal mit dem Referenzsignal überlappen, desto höher ist die bzw. das Signal, welches die Differenzfrequenzen und Summenfrequenzen beinhaltet.

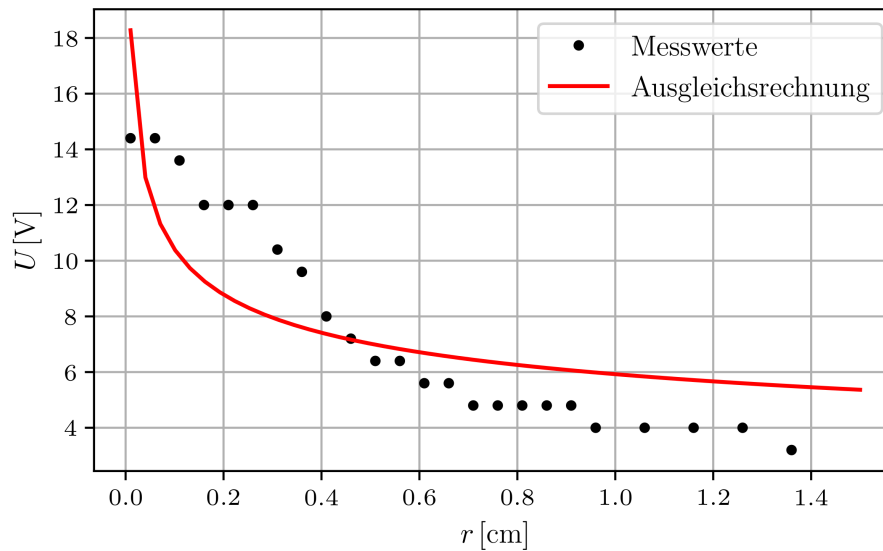
### 0.3.2 Analyse einer Sinuseingangsspannung mittels einer Sinusreferenzspannung



### 0.3.3 Analyse eines Rechtecksignals durch LED

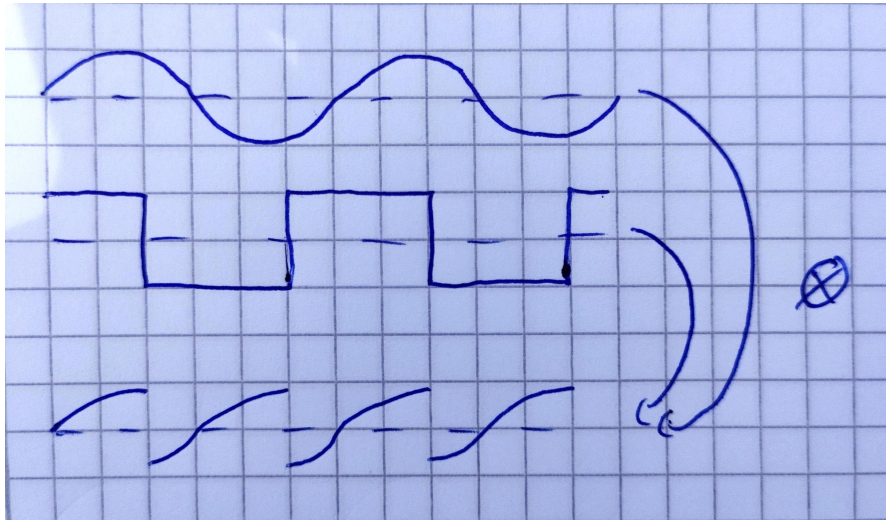


Anstatt eines Oszilloskops wird nun eine blinkende LED zur Erzeugung des Signals verwendet. Als Referenz wird eine Rechteckspannung genutzt.



### 0.3.4 Mischer

Beim Mischen mit dem Mischer werden das Referenzsignal und das Eingangssignal miteinander multipliziert. Das sieht dann wie folgt aus



0.4 Ergebnisse

0.5 Verbesserungen

0.6 Addendum