

0.7 Oszilloskop – Prinzip und Hinweise zum Laborversuch

Dynamisch veränderliche elektrische Größen und Signale lassen sich mit einem Oszilloskop visualisieren (aus lateinisch "oscillare" – schwingen und griechisch "scopein" – sehen).

Das traditionelle Oszilloskop besteht aus einer Elektronenstrahlröhre, deren Strahl elektrostatisch durch horizontal und vertikal angeordnete Plattenpaare seitlich (in x-Richtung) und nach oben und unten (in y-Richtung) abgelenkt werden kann.

Heutige Oszilloskope arbeiten mit Analog-Digital-Umsetzern, digitaler Speicherung der Signale und Anzeige auf LCD-Bildschirmen.

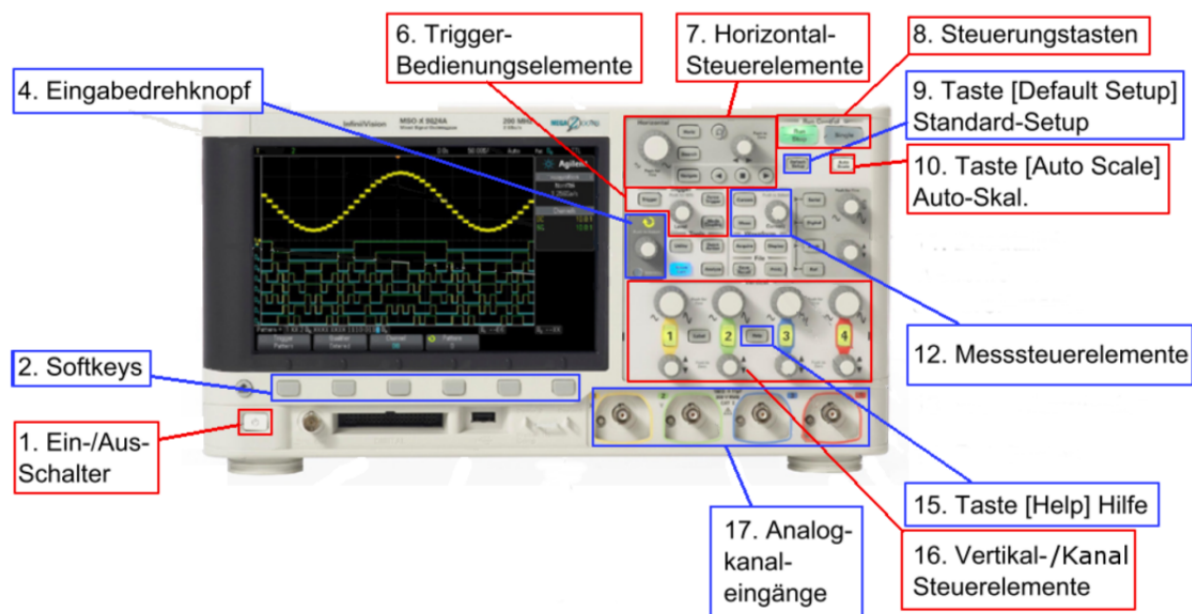


Abbildung 0.6: Bedien- und Anzeigeelemente eines Oszilloskops (aus Laborversuch OSZ)

Die wesentlichen Komponenten sind

- **Analoge Eingänge** mit Signalaufbereitung: Verstärkung bzw. Abschwächung und Offset-Einstellung (im Bild: 16), Hochpass zur DC-AC-Umschaltung (über Softkeys: 2);
- **Triggerung**: Auslösen der Aufzeichnung z. B. bei Überschreiten eines bestimmten Signalpegels;
- **Horizontale Ablenkung, Zeitbasis**: bestimmt den dargestellten Zeitausschnitt. Die x-Koordinate wird durch einen Zähler mit Rücksetzen erzeugt. "Run"-Modus (im Bild: 8): überlagerte Darstellung aufeinanderfolgender Zeitabschnitte der Signale;
- **Anzeigeeinheit**: LCD-Bildschirm mit Einblendung von Informationen über Signalverstärkung, Zeitbasis und ausgewählte Messungen
- **Cursorlinien**: Messung von Amplituden und Zeitintervallen (im Bild: 12)

Abbildung 0.7 zeigt einen sinusförmigen Verlauf, dessen Periodendauer T und Amplitude \hat{U} abgelesen werden können, wenn die x- und y-Kalibrierung bekannt ist.

Messtechnischer Hinweis: Die Messpunkte für Zeitintervalle wie die Periodendauer sollen immer auf Signalabschnitten mit möglichst großer Steigung liegen. Eine Messung etwa von Maximum zu Maximum ist untauglich wegen der wesentlich größeren Messunsicherheit beim Ablesen.

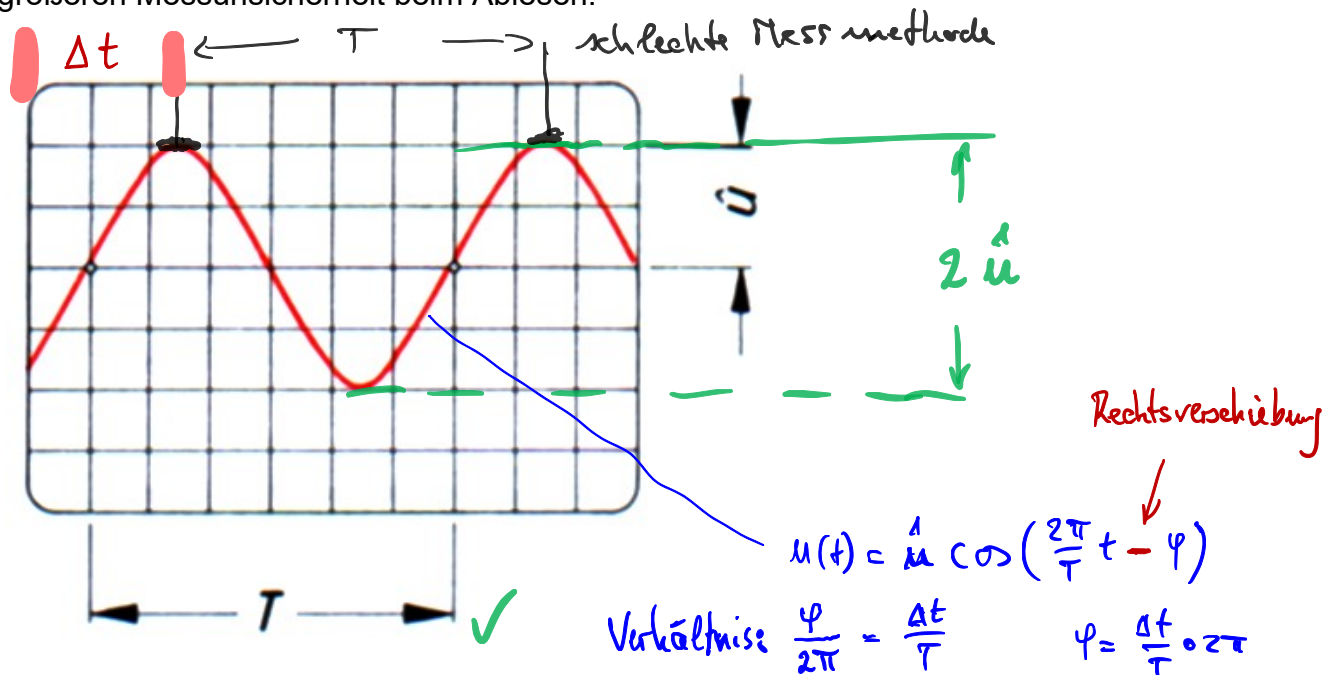


Abbildung 0.7: Ablesen von Periodendauer und Amplitude einer Sinusschwingung

Beispiel

Die y-Ablenkung sei auf 0.5 V/Div ("Division" = Rastereinheit = "Kästchen") eingestellt, die x-Ablenkung auf $25 \mu\text{s/Div}$. Wie lautet dann $u(t)$?

Aus der Bildschirmdarstellung ergibt sich

$$\hat{U} = 0.5 \frac{\text{V}}{\text{Div}} \cdot 2 \text{ Div} = 1 \text{ V}$$

$$T = 25 \frac{\mu\text{s}}{\text{Div}} \cdot 6 \text{ Div} = 150 \mu\text{s}$$

Schätzung anhand der Strichstärke

"ungefähr" $\Delta \hat{U} = \frac{1}{10} \cdot 0.5 \text{ V} = 0.05 \text{ V}$

verbotenes Wort in der Messtechnik!

ΔT siehe Hinweise zum Labor

Damit sind die Signalamplitude und -frequenz bekannt.

Für eine Aussage über den Phasenwinkel muss die Lage des Zeitpunkts $t = 0$ festgelegt werden, z. B. durch Bezug auf das Triggersignal.

Wählt man $t = 0$ am linken Bildrand, so ist das Signal eine um

$$\Delta t \approx 25 \frac{\mu\text{s}}{\text{Div}} \cdot 2.4 \text{ Div} = 60 \mu\text{s}$$

verschobene Kosinusfunktion. Der Phasenwinkel ergibt sich aus dem Verhältnis

$$\frac{|\varphi|}{2\pi} = \frac{\Delta t}{T} \Leftrightarrow |\varphi| = \frac{60}{150} \cdot 2\pi = \frac{4}{5} \pi = 144^\circ$$

Der Phasenwinkel ist hier negativ, weil die Kosinusfunktion gegenüber dem linken Bildrand nach rechts verschoben ist.

Damit hat das Signal die mathematische Darstellung

$$u(t) = 1V \cdot \cos\left(2\pi \cdot 6,667 \text{ kHz} \cdot t - \frac{4}{5}\pi\right).$$

0.8 Übungen "Oszilloskop"

0.8.1 Oszillogramm, Bestimmung von Signalparametern

Welche Periodendauer, Frequenz und Amplitude hat das in Abb. 0.7 dargestellte Signal, wenn die x-Ablenkung auf $20 \mu\text{s}/\text{Div}$ und die y-Ablenkung auf $2,5 \text{ V}/\text{Div}$ eingestellt ist?

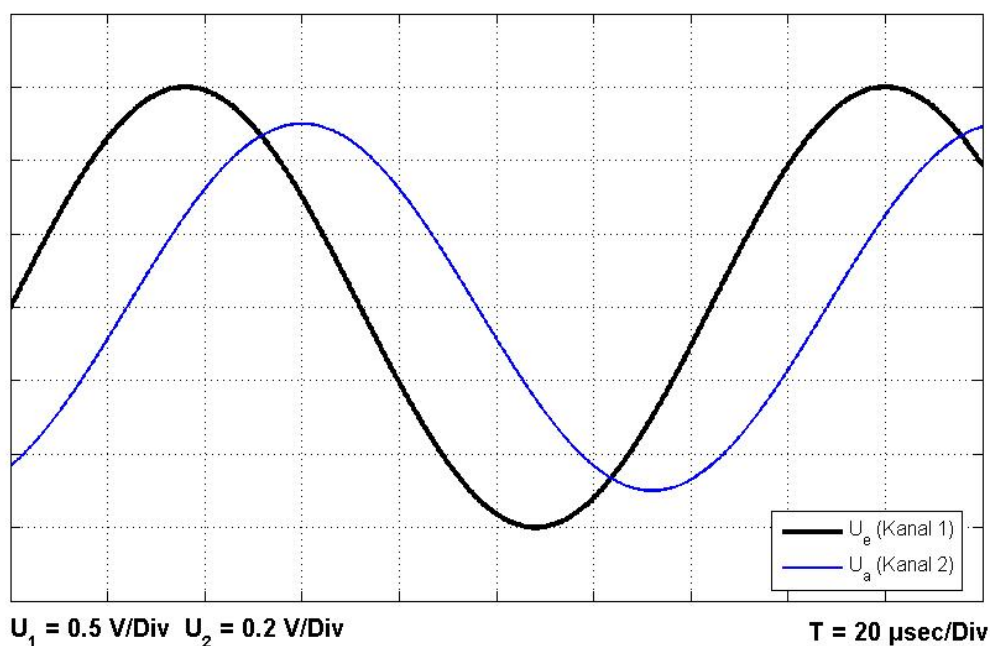
Welche Phasenlage hat die Schwingung, wenn der Zeitpunkt $t = 0$ in der Bildmitte liegen soll?

Geben Sie den Verlauf als Zeitfunktion der Form $u(t) = \hat{U} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ an.

0.8.2 Oszillogramm, Frequenzgang

- a) Das Oszillogramm zeigt die Eingangsspannung $u_e(t) = \hat{U}_e \cdot \sin(\omega t)$ und die Ausgangsspannung $u_a(t) = \hat{U}_a \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ einer Filterschaltung.

Bestimmen Sie die Frequenz f , die Kreisfrequenz ω , das Amplitudenverhältnis $|G(j\omega)| = \frac{\hat{U}_a}{\hat{U}_e}$ (als Zahlenwert und in dB) sowie die Phasenverschiebung φ zwischen beiden Spannungen (im Rahmen der möglichen Ablesegenauigkeit).



- b) Auf welche Art von Filterschaltung (Tiefpass / Hochpass) lassen Amplitudenverhältnis und Phasenverschiebung schließen?