

Das Oszilloskop ist ein vielseitiges Messinstrument. Primär erlaubt es, den zeitlichen Verlauf einer veränderlichen Spannung grafisch darzustellen ( $U(t)$ ). Da die Skalen kalibriert sind, kann man z.B. die Spannungswerte  $U_{\max}$ ,  $U_{\min}$  ablesen sowie die Frequenz  $\nu$  anhand der ablesbaren Zeitdifferenz bestimmen.

In vielen Labors findet man noch analoge Oszilloskope die auf dem Prinzip der Braunschen Röhre beruhen. Aber mittlerweile werden von allen Herstellern fast ausschließlich digitale Oszilloskope auf den Markt gebracht. Daher lernen Sie im Praktikum diesen Gerätetyp kennen, und diese Hilfe bezieht sich vor allem auf digitale Oszilloskope.



Fig. 1: Ein Oszilloskop

Ein Oszilloskop verfügt neben einem Bildschirm zur Darstellung über drei wesentliche Baugruppen:

- Ein breitbandiger Eingangsverstärker (meist doppelt oder vierfach vorhanden)
- Eine Zeitbasis
- Eine Triggereinheit

Ein (im allgemeinen veränderliches) **Spannungssignal am Eingang des Oszilloskops** wird mit einer hohen Abtastrate (Samplerate) digitalisiert und **in y-Richtung aufgetragen**. Wegen der notwendig hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit kommen meist Analog-zu-Digital-Wandler (ADC) mit lediglich 8-Bit Auflösung zum Einsatz, d.h. in y-Richtung beträgt die Feinabstufung nur 256 Stufen. Ein Oszilloskop ist trotzdem ein sehr gutes Spannungsmessgerät, denn der Eingangsverstärker weist eine gute Linearität über mehrere Dekaden auf. Typisch kann man Messbereiche von (2 mV/div ..... 5 V/div) auswählen. Die Achseneinheit wird „Division“ bzw. „div“ genannt.

**Die Zeitbasis, die die x-Achse des Oszilloskopbildes darstellt**, wird aus der System-Clock des Gerätes abgeleitet. (z.B. entsprechen 1000 Takte einer 1-GHz-Clock einer Microsekunde ( $1 \mu\text{s}$ )) Auch die Zeit-Achse lässt sich über einen sehr weiten Bereich einstellen: von min/div zur Darstellung langsam veränderlicher Signale bis ns/div um hochfrequente Ereignisse anzuzeigen.

Generell gilt, dass die Abtastfrequenz höher sein muss als die Frequenz des untersuchten Signals. Die kürzestmögliche Zeiteinheit hängt mit der Bandbreite (und damit auch mit dem Preis) des Geräts zusammen: Ein 1-GHz-Oszilloskop bietet eine deutlich höhere Zeitauflösung als ein 10-MHz-Gerät.

Mit Hilfe der **Triggereinheit** eines Oszilloskops kann man bestimmen, ab welchem Merkmal des Eingangssignals dieses auf dem Bildschirm angezeigt wird. Dies kann z.B. ein Nulldurchgang des Signals sein. Ohne eine feste Triggerbedingung würden aufeinanderfolgende Signalabschnitte den Bildschirm inkohärent füllen so dass eine ordentliche Beurteilung des Signals unmöglich wäre.

Digitale Oszilloskope schreiben permanent mit ihrer hohen Samplingrate die digitalen Spannungswerte in einen Ringspeicher (wenn die letzten Speicherzellen voll sind, werden die ersten wieder überschrieben). Die Triggerlogik bestimmt, ab welcher Speicherzelle Daten zur Anzeige verwendet werden. So werden immer nur gleichartige Signalabschnitte aufeinandergelegt und es ergibt sich ein „stehendes“ Bild. Manchmal ist es hilfreich für die Beurteilung eines Signals, den Kurvenverlauf für einen Zeitraum **vor** dem Triggerereignis darzustellen. Dies ist bei digitalen Oszilloskopen problemlos möglich, da auch diese Information (noch) im Ringspeicher vorhanden ist. Man kann also einfach in der Darstellung den Triggerzeitpunkt (= Nullpunkt der x-Achse) nach rechts verschieben.

Im Labor hat man es nicht immer mit zeitstationären Signalen wie sie z.B. von einem Frequenzgenerator erzeugt werden zu tun. „Einmalsignale“ kann man im „single-Shot“ Modus triggern: Nach der Erfassung des Signals wird die Messung angehalten, die Darstellung des Einmalereignisses bleibt permanent auf dem Bildschirm.

Oszilloskope haben im Allgemeinen mehr als einen Eingangskanal. Daraus ergibt sich z.B. die Möglichkeit die Phasenlage zweier (oder mehrerer) Signale relativ zueinander zu bestimmen. Die Zeitbasis ist für alle Eingangssignale gleich. Man kann wählen, welcher Kanal für die Triggerung genutzt wird.

Eine weitere Anwendung bei mehreren Eingängen ist die xy-Darstellung, Hierbei wird die Spannung an Eingang-1 (channel-1) als x-Achse verwendet, Eingang-2 bleibt auf der y-Achse. Bei bestimmten Frequenzverhältnissen von Signal-1 zu Signal-2 ergeben sich dann Lissajou-Figuren:

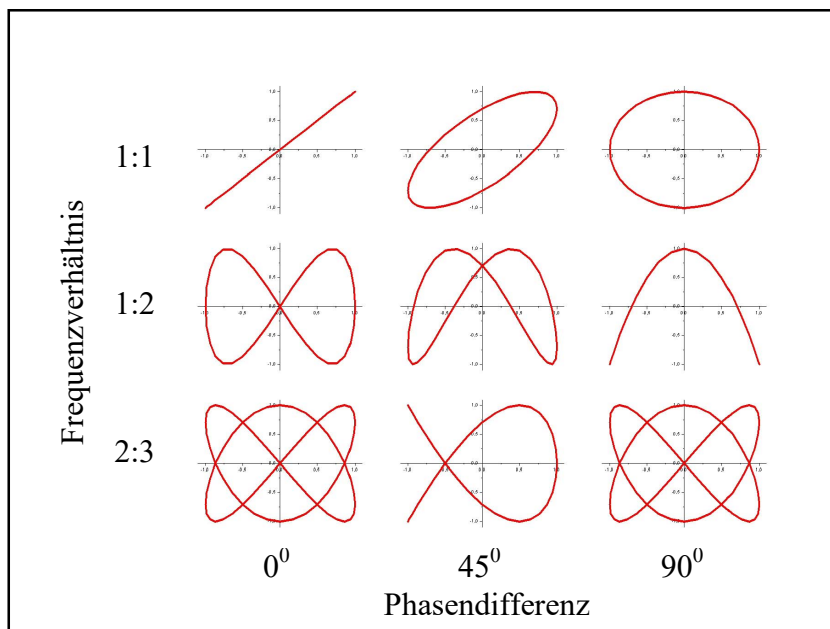


Fig. 2: Lissajou-Figuren für gleiche Amplituden auf beiden Kanälen

Neben den drei Basisbaugruppen des Oszilloskops verfügen die Geräte meist noch über eine Vielzahl weiterer nützlicher Hilfsmittel. Zum Beispiel kann man mit einblendbaren Hilfslinien (Cursor) für die y- bzw. x-Achse leichter die Max-Min-Spannungswerte oder eine Zeitdifferenz bestimmen.

Weitere Merkmale wie z.B. die mathematischen Funktionen die direkt auf die Daten der Messkanäle angewendet werden können, gehen über die Anforderungen eines Versuchsnachmittags hinaus und werden daher hier nicht erläutert.