

# Das Oszilloskop

Monty Seidel | Projektlabor TU-Berlin | SoSe 2017



# Überblick

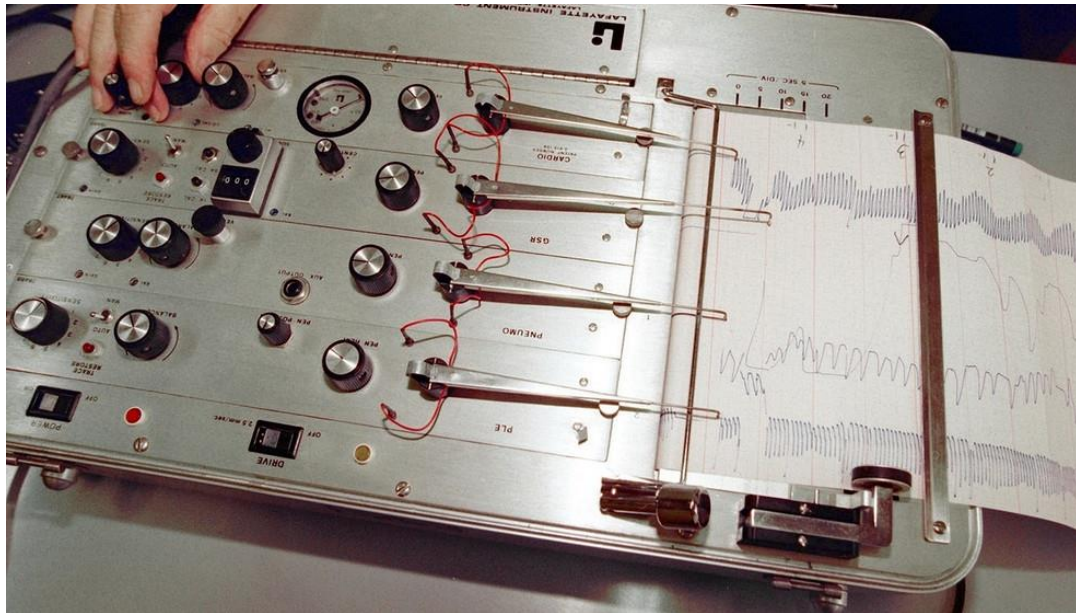
- ▶ Was ist ein Oszilloskop
- ▶ Geschichte
- ▶ Aufbau
- ▶ Funktionsweise
- ▶ Digitales Oszilloskop
- ▶ Vor- und Nachteile Analog vs Digital
- ▶ Quellen

# Was ist ein Oszilloskop?

- ▶ Elektronisches Gerät zum Messen und Darstellen von zeitlichen Spannungsverläufen
- ▶ Darstellung der Messung auf 2-dimensionalem Koordinatensystem
- ▶ X-Achse = Zeitachse
- ▶ Y-Achse = Spannungsachse (Amplitude)
- ▶ Spannungsmessung von Signalen
- ▶ Frequenzmessung periodischer Signale
- ▶ Messen von Strom (indirekt über Spannungsabfall an Lastwiderstand)

# Geschichte

- ▶ Ziel: zeitabhängigen Verlauf von Signalen sichtbar machen
- ▶ Erste Geräte gab es zu Beginn des 20. Jhd.
- ▶ Nutzung dieser Geräte für Lügendetektor oder Erfassung von Erdstößen



Lügendetektor aus dem 20. Jhd

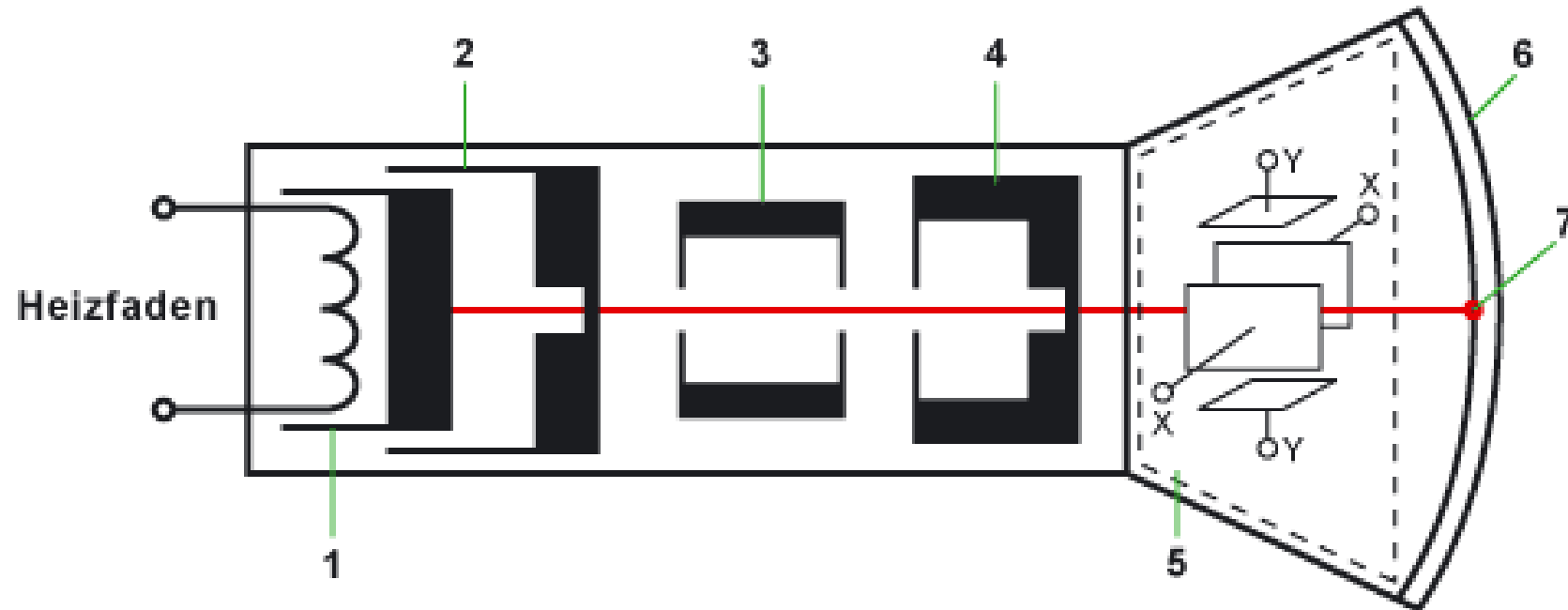


# Geschichte Braunsche Röhre

- ▶ 1897 von Karl Ferdinand Braun entwickelt
- ▶ wichtigster Teil des analogen Oszilloskops
- ▶ 1902 von Arthur Wehnelt weiterentwickelt
- ▶ bekannteste Anwendung als Bildröhre in Fernsehgeräten

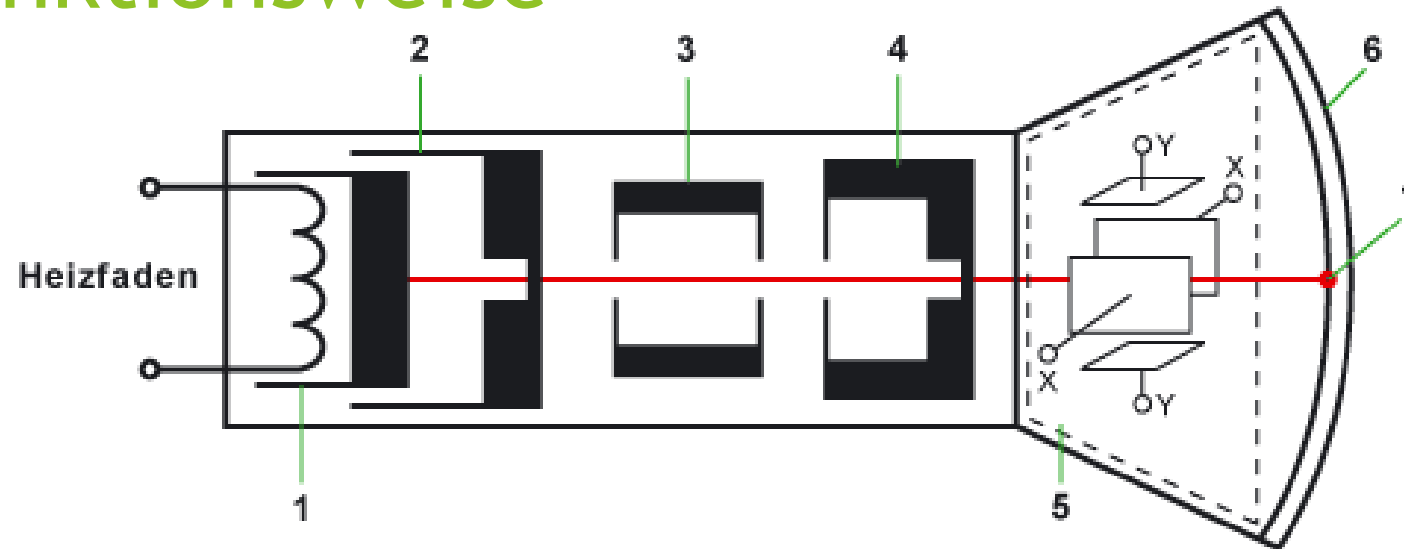


# Aufbau



- ▶ 1. Kathode
- ▶ 2. Wehneltzylinder
- ▶ 3. Elektronenoptik
- ▶ 4. Anode
- ▶ 5. Ablenkplatten
- ▶ 6. Leuchtpunkt
- ▶ 7. Leuchtschicht

# Funktionsweise

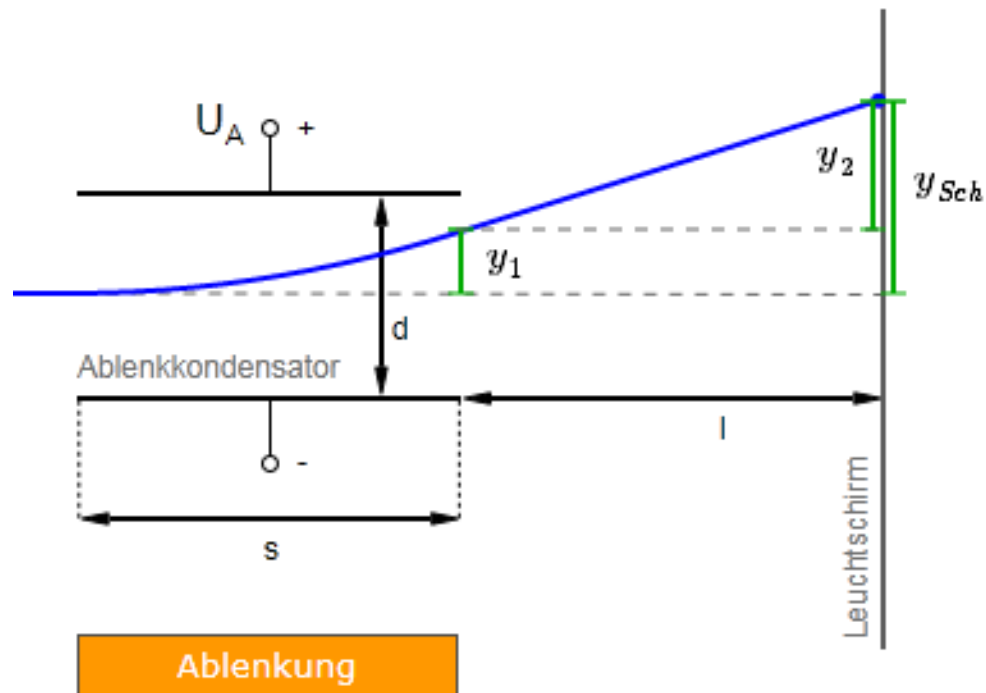


- ▶ 1. Elektronen lösen sich aus Kathode und werden zur Anode hin beschleunigt, Kathodenspannung zwischen -800V bis -200V
- ▶ 2. durch Wehneltzylinder lässt sich die Geschwindigkeit der Elektronen steuern
- ▶ 3. Elektronenoptik bündelt die Elektronen (Fokussierung)
- ▶ 4. Elektronenstrahl passiert Anode durch Öffnung, Anodenspannung von +100V bis +200V
- ▶ 5. Ablenkplatten lenken den Elektronenstrahl horizontal bzw. vertikal ab
- ▶ 7. Die Elektronen regen die Leuchtschicht zum Leuchten an

# Funktionsweise

## Vertikale Ablenkung in y-Richtung

- Zu messende Spannung wird verstärkt und an die Y-Ablenkplatten angelegt
- Durch die am Ablenkkondensator angelegte Spannung wird der Elektronenstrahl und somit der Leuchtpunkt auf dem Leuchtschirm vertikal nach oben bzw. unten abgelenkt

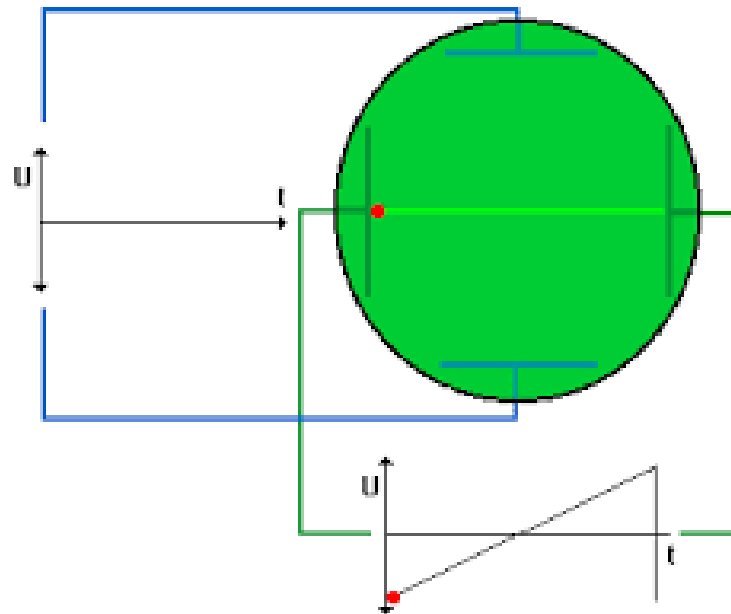
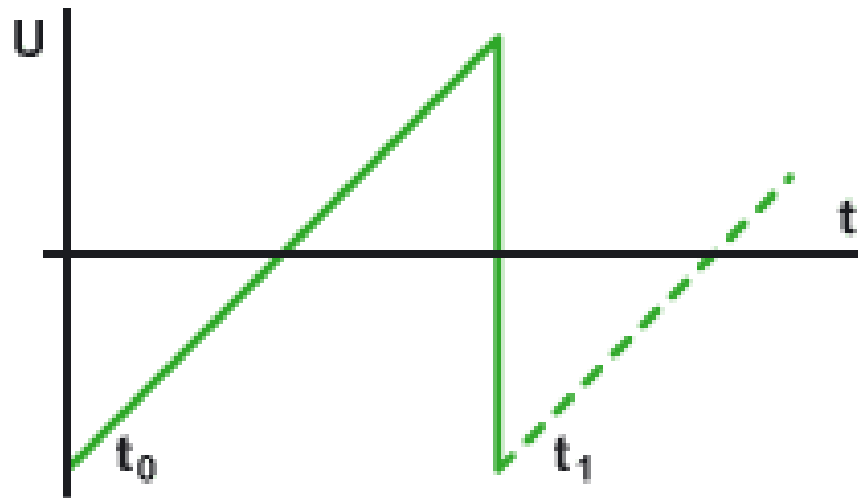




# Funktionsweise

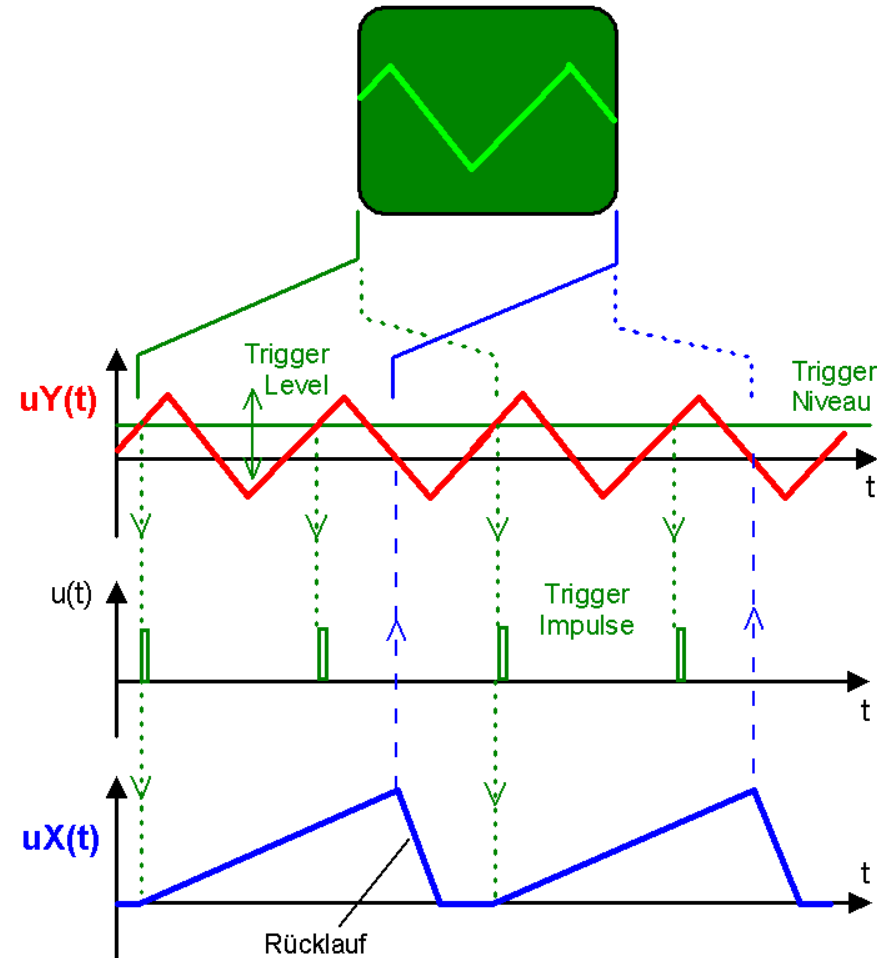
## Horizontale Ablenkung in x-Richtung

- Ein Sägezahn-Signal wird an die X-Ablenkplatten angelegt
- Durch die zeitliche Spannungsänderung wird der Elektronenstrahl und somit der Leuchtpunkt auf dem Leuchtschirm horizontal abgelenkt und von links nach rechts bewegt



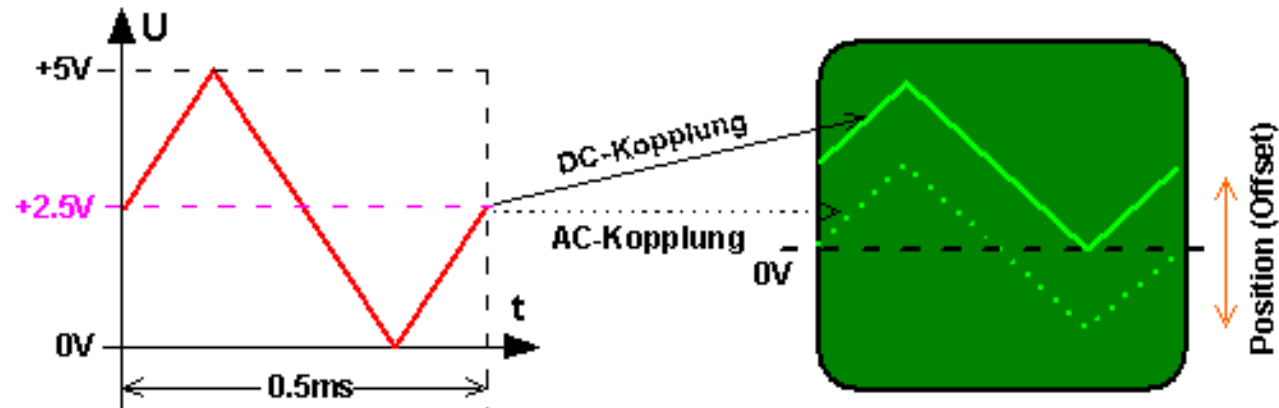
# Funktionsweise Trigger

- ▶ Signal durchkreuzt aufsteigend Triggerniveau, Trigger erzeugt Triggerimpuls
- ▶ Durch den Triggerimpuls startet die **Zeitbasis** eine Rampe
- ▶ Sobald der rechte Bildschirmrand erreicht ist, wird die Rampe abgebrochen
- ▶ Während einer laufender Ablenkung ( $u_Y(t) > 0V$ ) eintreffende Triggerimpulse werden ignoriert

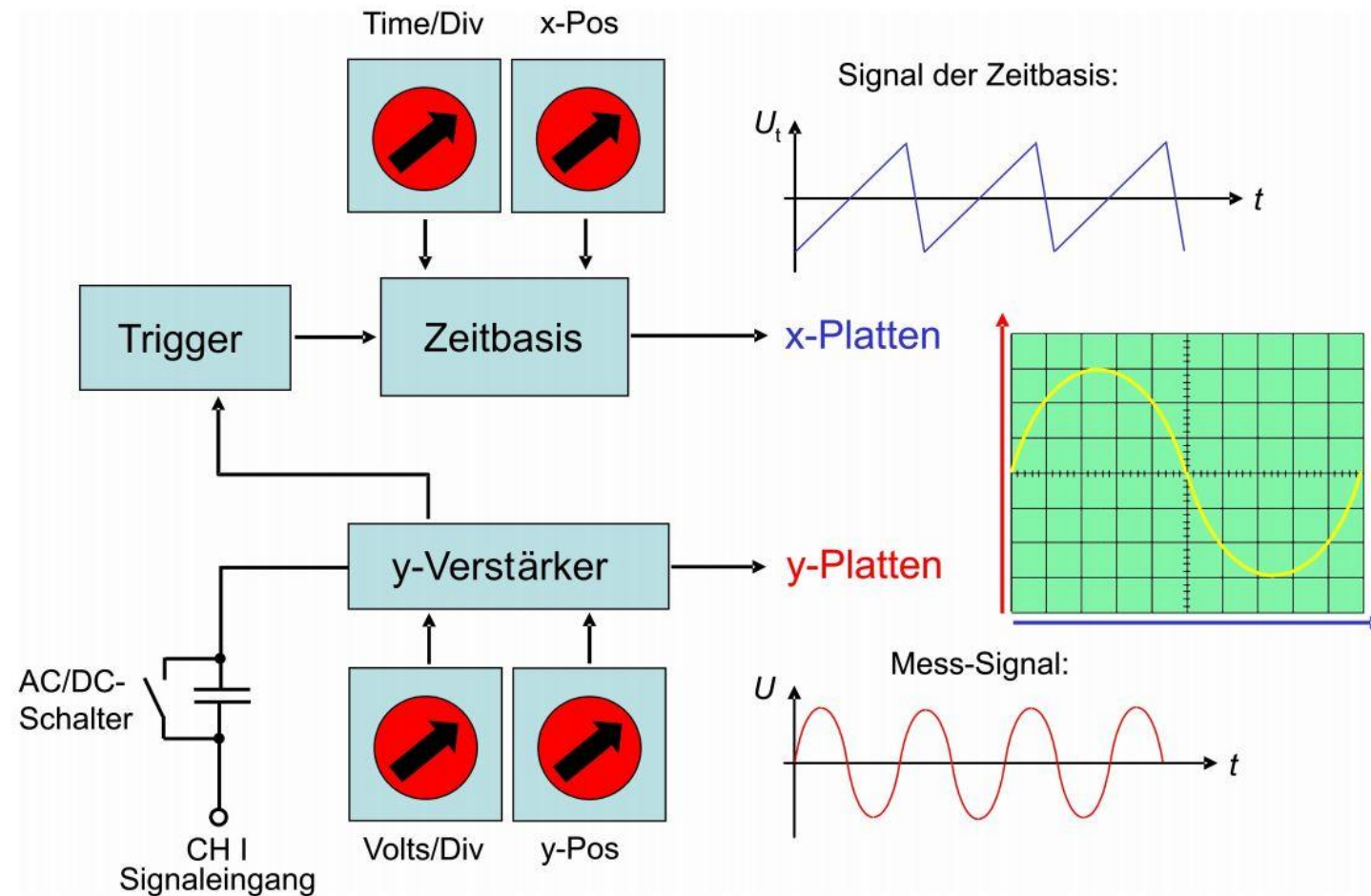


# Funktionsweise Offset/Position

- Damit wird die Nulllinie (0V Referenz) plaziert.
- Erlaubt die Kalibrierung oder Verschiebung des Signals auf y-Achse
- Wird durch einen einstellbaren Gleichstromanteil erreicht



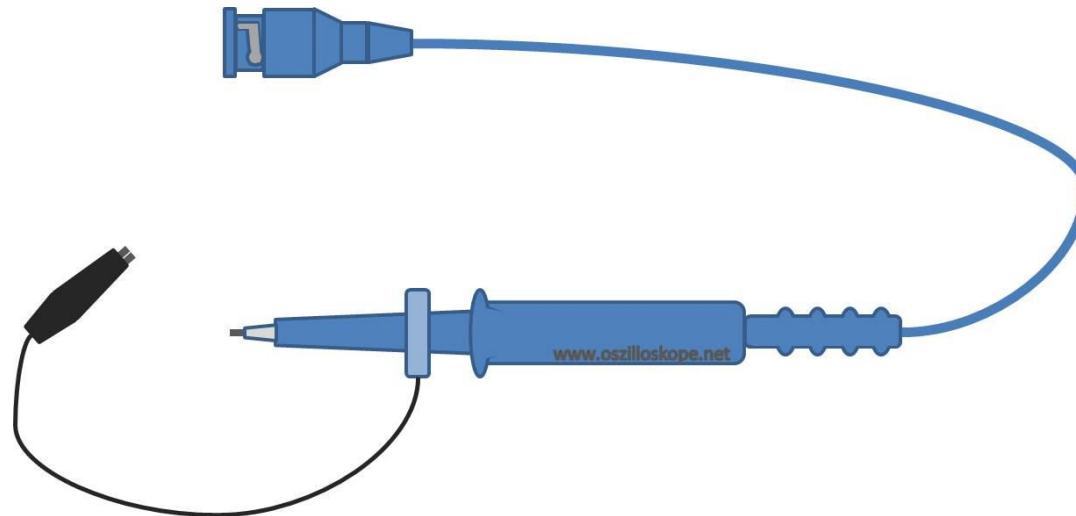
# Funktionsweise Blockschaltbild



# Funktionsweise

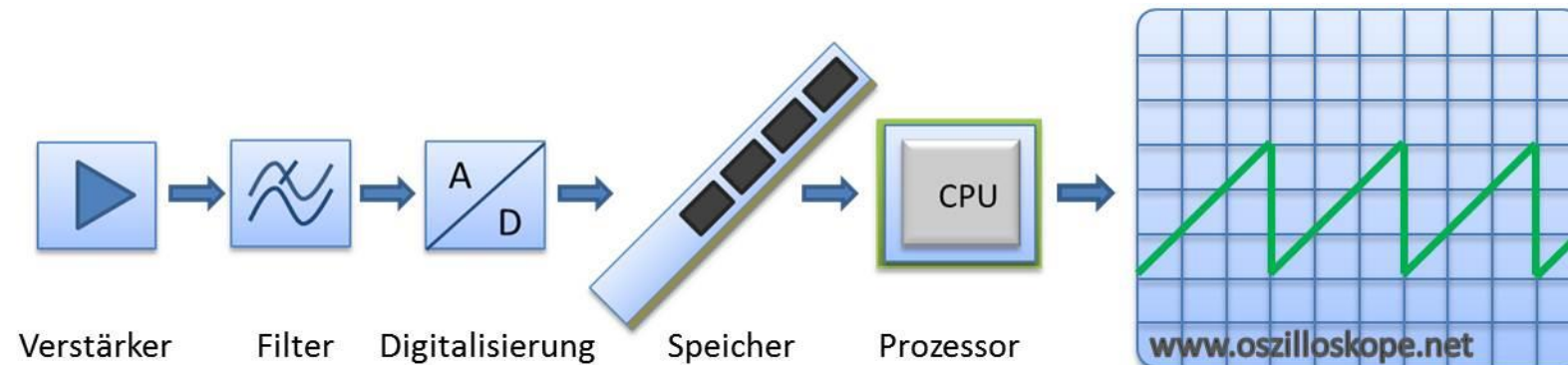
## Spannungsmessung/Tastkopf

- ▶ der **Tastkopf** (englisch: **probe** = Sonde)
- ▶ Überträgt das zu messende Signal zum Oszilloskop
- ▶ Wird an Messobjekt angeschlossen
- ▶ führt Messsignal über Koaxialkabel
- ▶ gebräuchlichste Bauform ist ein passiver Tastkopf



# Digitales Speicheroszilloskop (DSO)

- ▶ Spannung mit einem Analog zu Digital Wandler in diskreten Zeitschritten abgetastet.
- ▶ Die binären Spannungswerte werden sequentiell in einem Datenspeicher abgelegt



Signalpfad eines DSO



# Analog vs. Digital

## Vorteile Digital:

- ▶ Kleinere und Leichtere Bauweise
- ▶ Energieeffizient mit LCD Bildschirm
- ▶ Anzeige der Messdaten präziser
- ▶ Zusätzliche umfangreiche Funktionen zur Signalanalyse
- ▶ Darstellungsmöglichkeit von Einschaltvorgängen oder nichtperiodischen Signalen

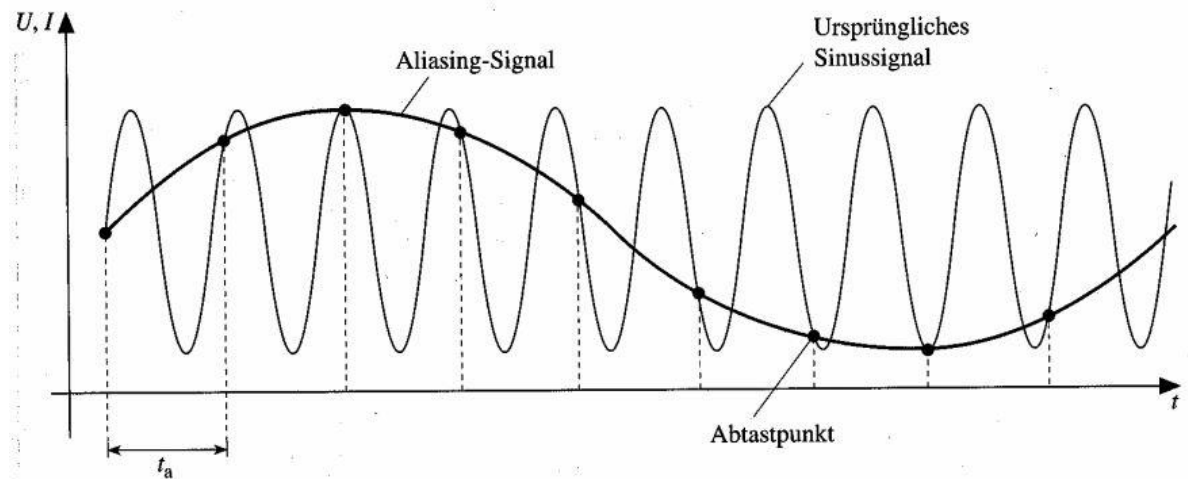
## Nachteile Analog:

- ▶ Kathodenstrahlröhre unwirtschaftlich
- ▶ Orthogonalfehler
- ▶ Randunschärfe
- ▶ Kissenfehler
- ▶ Unlinearitäten
- ▶ groß und schwer

# Digitales Speicheroszilloskop (DSO)

## Nachteil Aliasing

- ▶ Bei zu niedriger Abtastrate treten Alias-Effekte auf
- ▶ Digitalisierung hat doppelt so schnell zu erfolgen wie die im Signal höchste enthaltene Frequenz
- ▶ Falsche Darstellungen aufgrund des Alias-Effektes nicht auf Anhieb erkennbar
- ▶ Hochwertige Oszilloskope verwenden Taktdithering, um Alias-Frequenzen zu unterdrücken. Dadurch sofort erkennbar, dass Alias-Effekt auftritt.



Alias-Effekt bei zu niedriger Abtastrate

# Quellen

- ▶ <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/grd/0307081.htm>
- ▶ <https://de.wikipedia.org/wiki/Oszilloskop>
- ▶ <https://de.wikipedia.org/wiki/Kathodenstrahlr%C3%B6hre>
- ▶ <https://de.wikipedia.org/wiki/Tastkopf>
- ▶ [http://www.steudler.ch/kurt/Elektro/Labor/hzd\\_Digital\\_Oszilloskop.pdf](http://www.steudler.ch/kurt/Elektro/Labor/hzd_Digital_Oszilloskop.pdf)
- ▶ [https://www.physnet.uni-hamburg.de/TUHH/Versuchsanleitung/Oszilloskop\\_Ergaenzung.pdf](https://www.physnet.uni-hamburg.de/TUHH/Versuchsanleitung/Oszilloskop_Ergaenzung.pdf)
- ▶ <https://www.meilhaus.de/default/pix/a/n/1463144594-21993-1.3.jpg>
- ▶ <http://www2.ife.ee.ethz.ch/~rolfz/digiprakt/geraete/oszilloskop/index.html>
- ▶ <http://www.oszilloskope.net/>