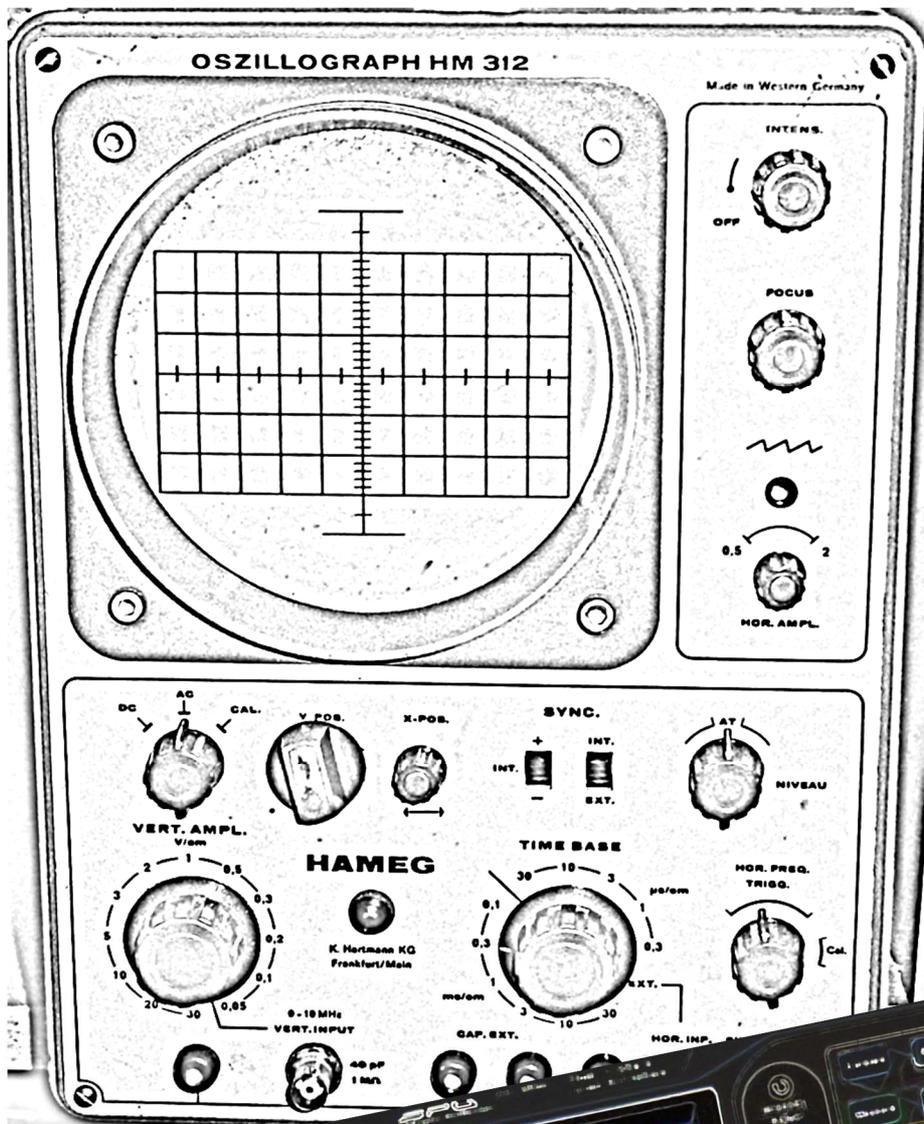
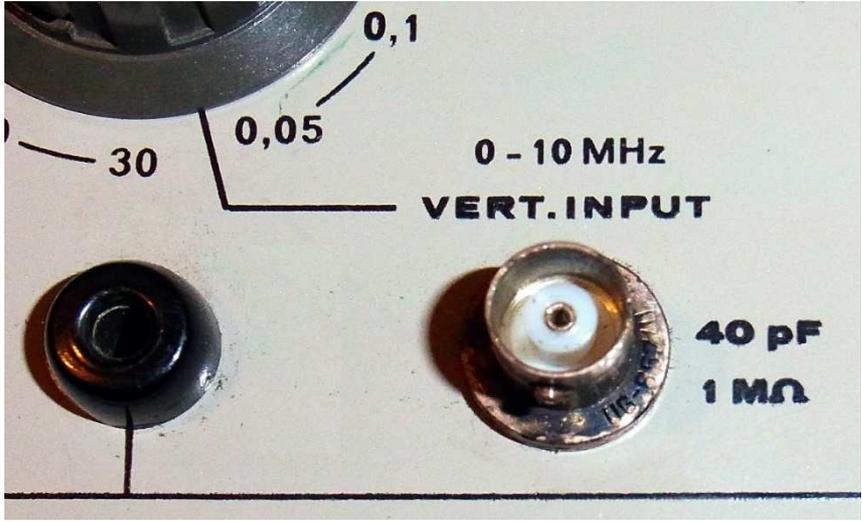
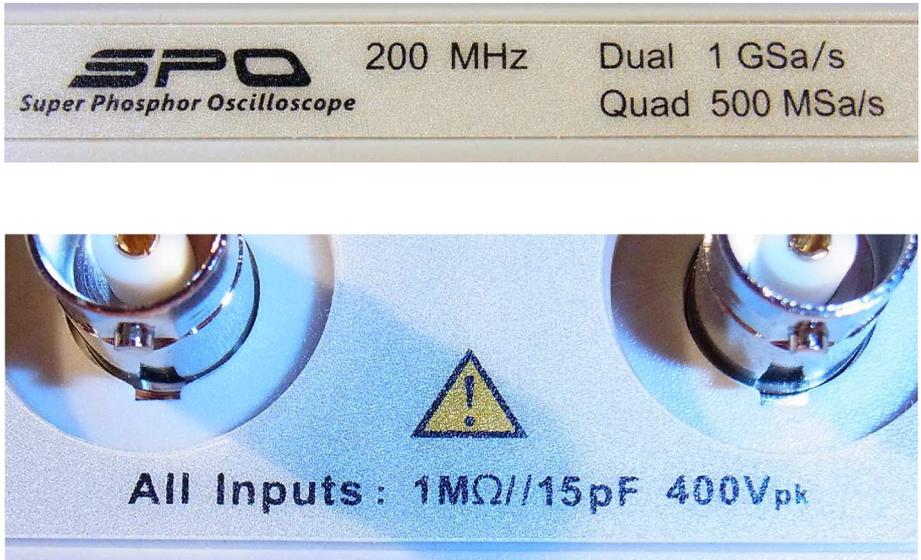


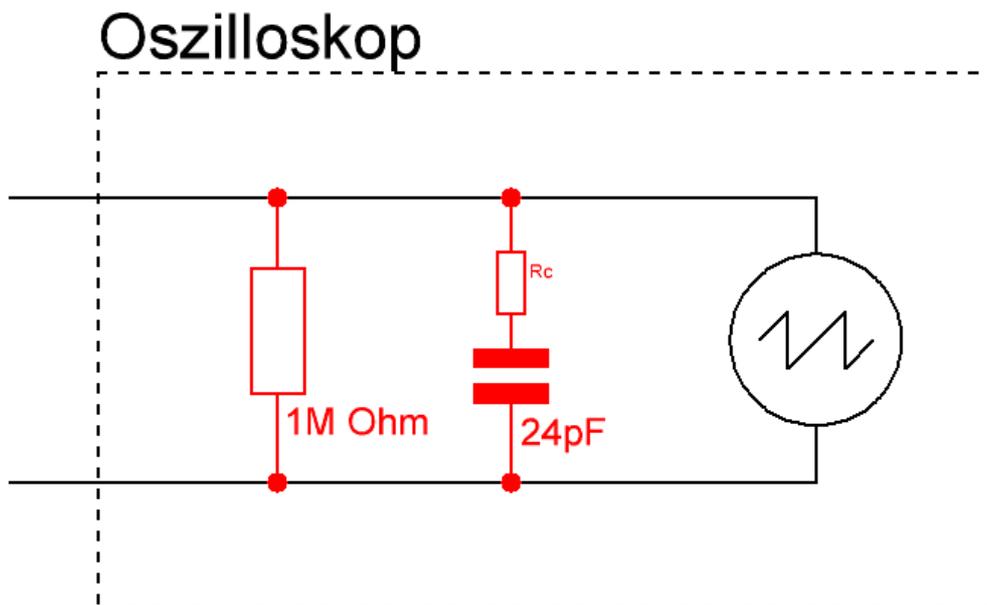
Bandbreite und Impedanz von Oszilloskopeingängen



Bandbreiten- und Spannungsangaben

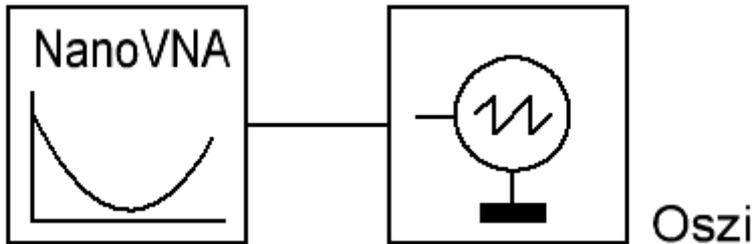
<p>Hameg HM 312</p> <p>B 10MHz</p> <p>U_{max} 360Vp</p> <p>R_i 1MΩ</p> <p>C_i 40pF</p>	
<p>Uni-T</p> <p>B 100MHz</p> <p>U_{max} 400Vp</p> <p>R_i 1MΩ</p> <p>C_i 24pF</p>	
<p>Siglent</p> <p>B 200MHz</p> <p>U_{max} 400Vp</p> <p>R_i 1MΩ</p> <p>C_i 15pF</p>	

Ersatzschaltung des Oszilloskopeinganges

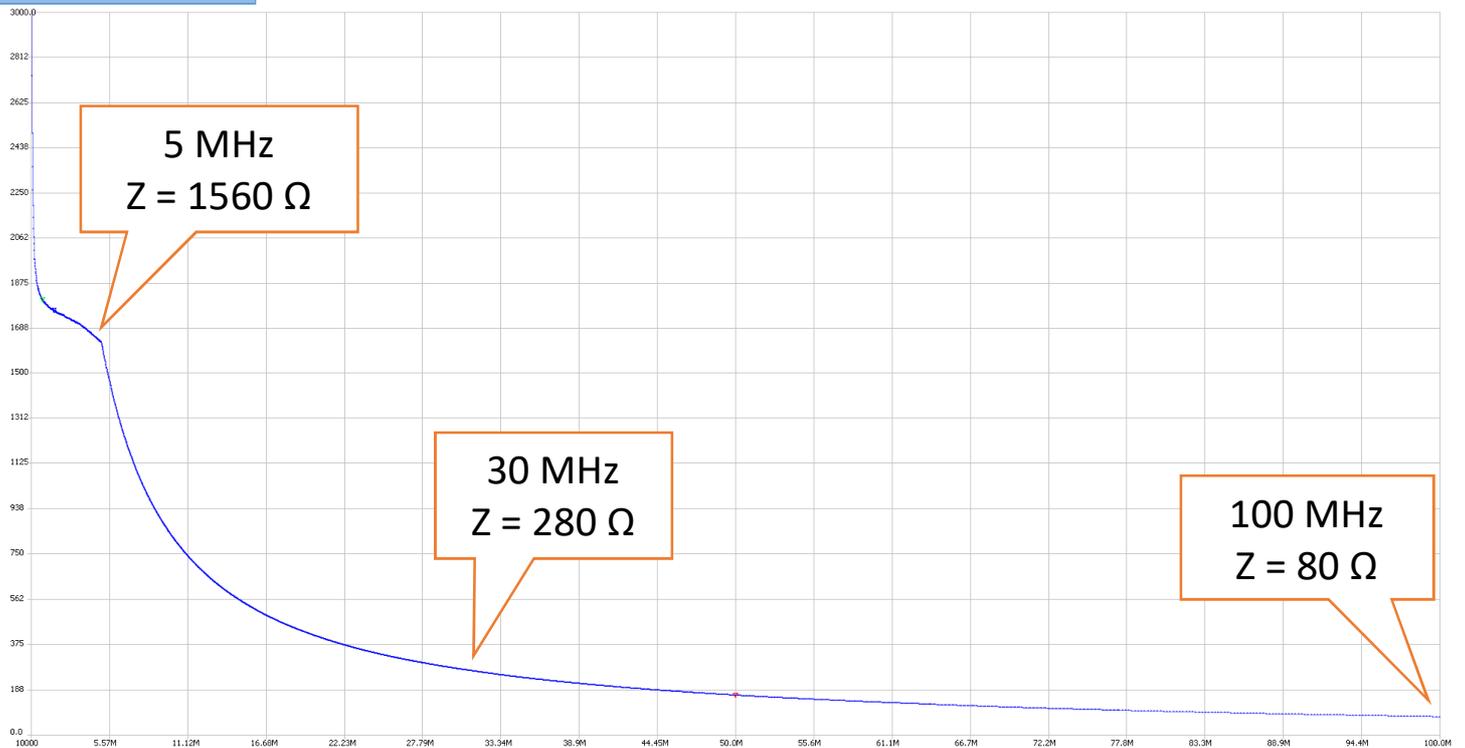


- Innenwiderstand R_i und Innenkapazität C_i sind stellvertretend für die Eigenschaften der komplexen Eingangsschaltung mitsamt Leiterplatten, Schaltern, Bauteilverlusten usw.
- Der Eingang wirkt wie ein Tiefpass.
- Mit steigender Eingangsfrequenz wird die Eingangsimpedanz des Oszis kleiner.
(Z aus X_c und R_c)

Impedanz eines Oszi-Einganges (Siglent) gemessen mit dem NanoVNA, 10kHz - 100MHz



Impedanz Z

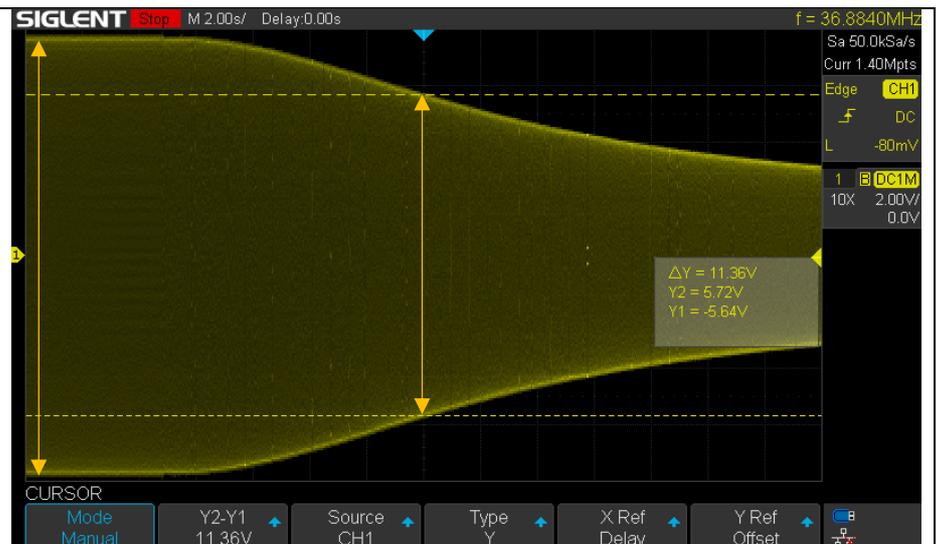


HF-Signal am Oszil-Eingang (Bandbreite=20MHz)

Sweep von
100kHz - 40 MHz

Bei ca. 20 MHz sinkt die
angezeigte Spannung
um 3dB (ca. 30%) ab.

Es werden noch 71%
angezeigt .
(bei niederohmiger
Signalquelle)



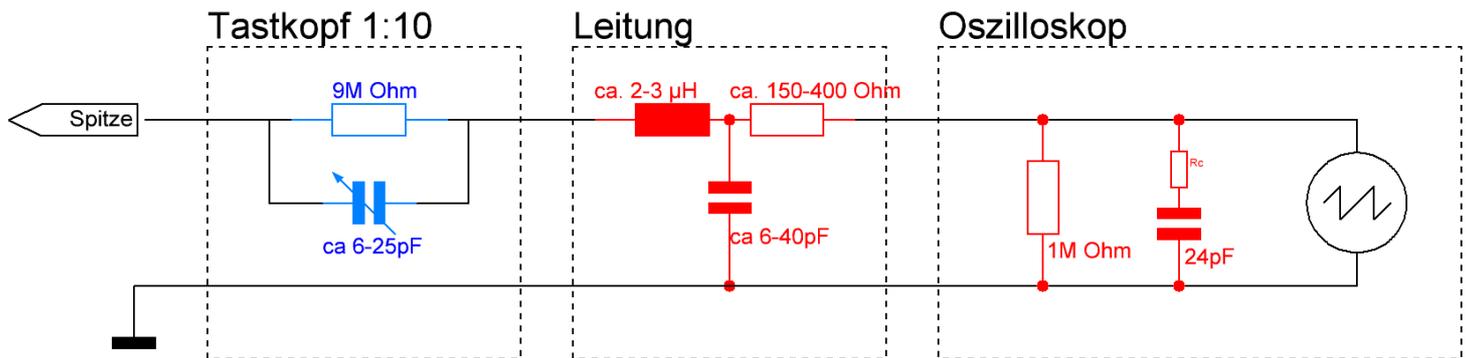
100kHz: 16VPP
20MHz: 11,36VPP

Bei der angegebenen Oszilloskop-Bandbreite wird
noch 71% der angelegten Spannung angezeigt.
(Je nach Z der Signalquelle aber meist noch weniger)

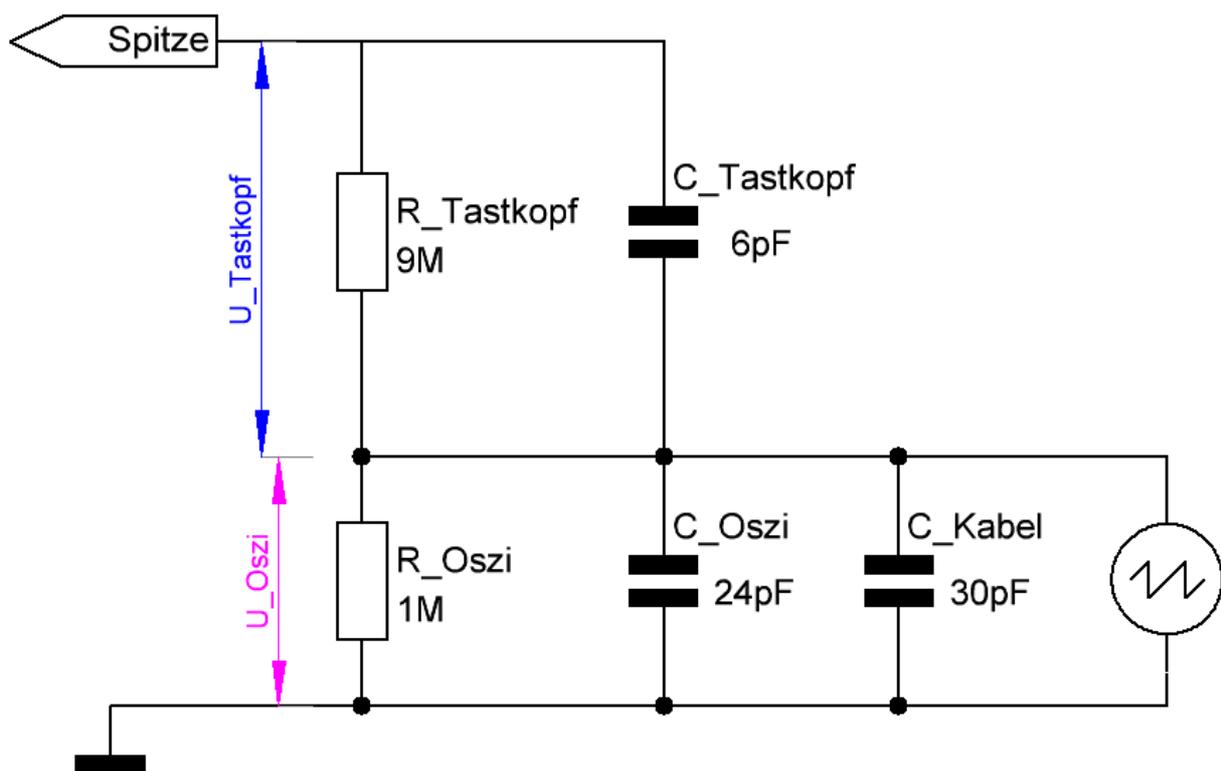
-> Um Messfehler >2% zu vermeiden sollte die
Bandbreite 5x höher sein als die Eingangsfrequenz

-> Viele Oszis können noch (Sinus-) Signale bis über der
1,5-fachen Bandbreitenfrequenz darstellen
- aber mit entsprechend geringer Amplitude.
(derating beachten!)

Oszilloskop und Tastkopf:



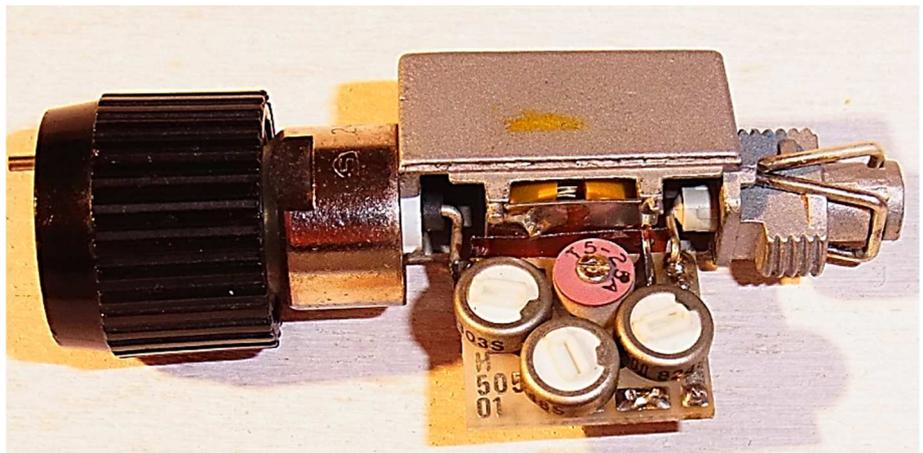
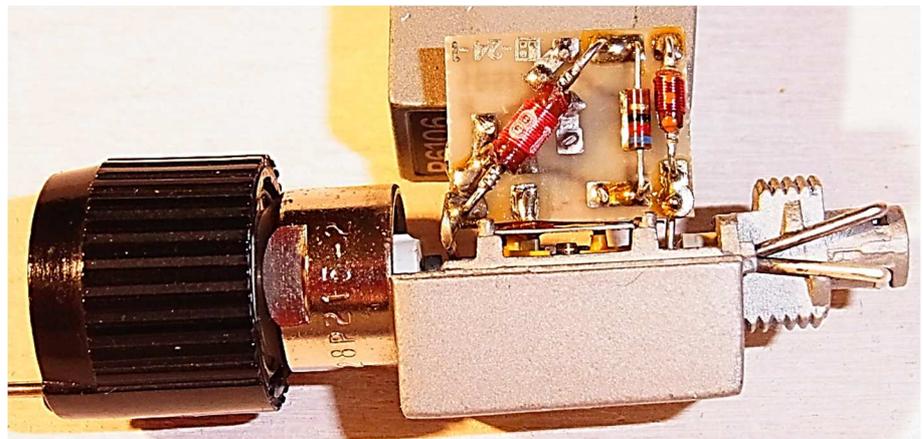
...oder anders gezeichnet:



-> Widerstandsspannungsteiler und kapazitiver Spannungsteiler parallel

$$\frac{R_{Tastkopf}}{R_{Oszi}} = \frac{C_{Oszi} + C_{Kabel}}{C_{Tastkopf}} = \frac{9}{1}$$

Tastkopf (B= 250MHz) mit zusätzlicher HF-Kompensation am Stecker



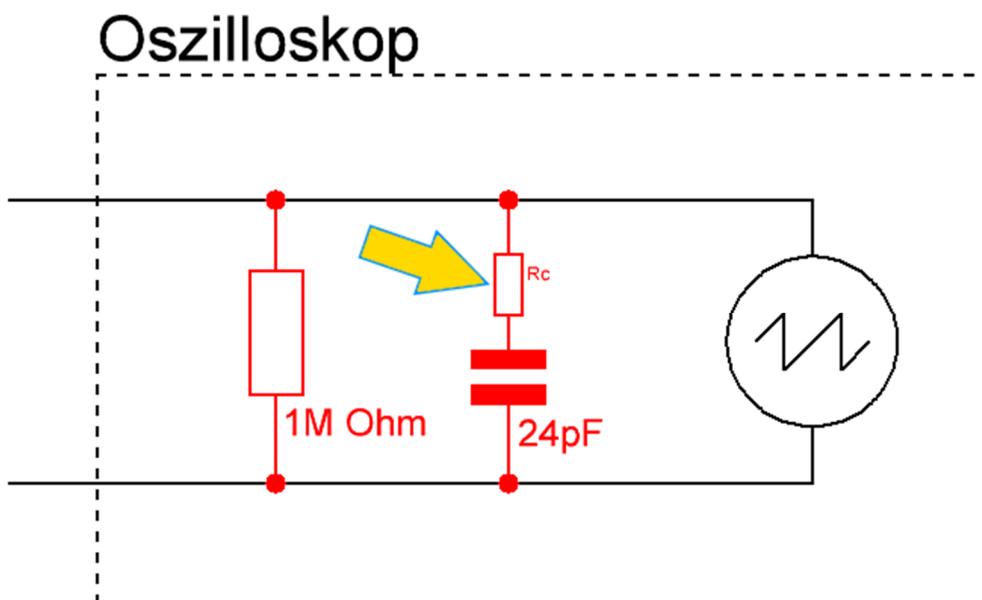
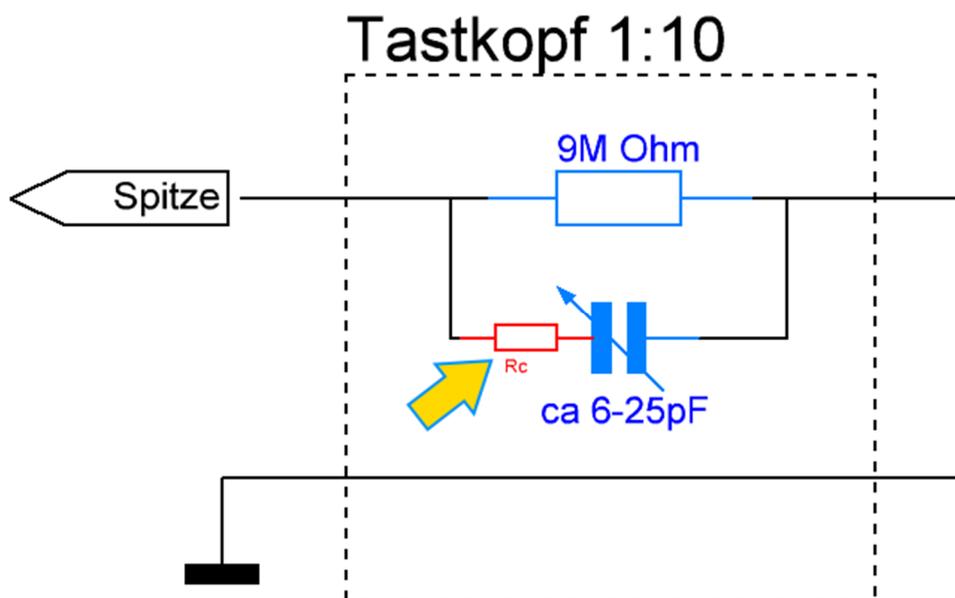
Leitung: ca. 90cm
Kapazität: ca. 30-40pF
Längswiderstand 330 Ohm

Spannungsfestigkeit und 'derating' des Tastkopfes

Mit derating wird eine Einschränkung der Spannungsfestigkeit des Tastkopfes (bzw. des Oszis) bezeichnet.

Bei zunehmender Frequenz wird X_c kleiner, der Strom durch den Kondensator im Tastkopf steigt.

(Bzw. im Eingang des Oszis)



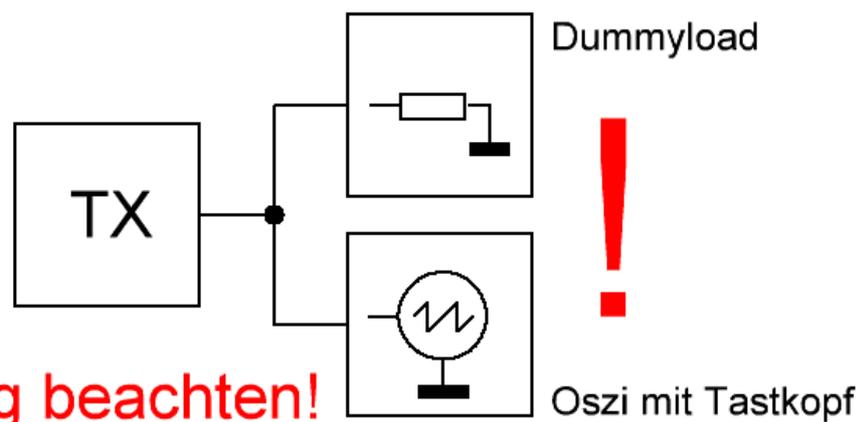
Beispiel: Voltage derating eines Tastkopfes (Herstellerangabe)



1:10 Tastkopf, B = 250MHz, Spannung max. 600Vp

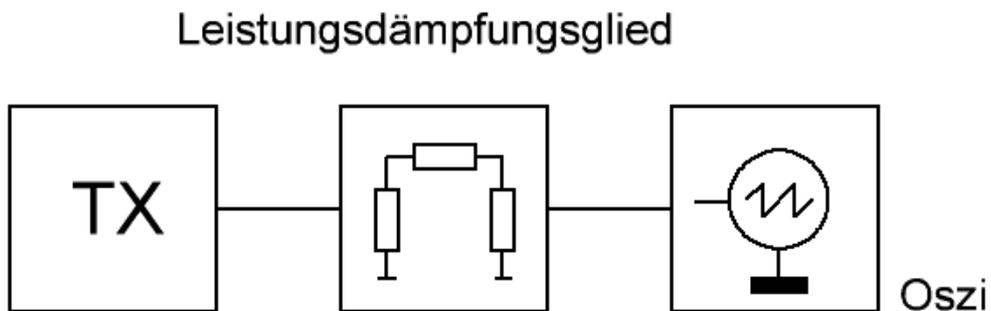
Frequenz	max. Spannung (V)	U _{eff} (V)	P an 50Ohm (W)
DC	600V		
10kHz	600V	424V	3600W
50kHz	500V	354V	2500W
100kHz	400V	283V	1600W
500kHz	230V	163V	529W
1MHz	180V	127V	324W
5MHz	90V	64V	81W
10MHz	60V	42V	36W
50MHz	35V	25V	12W
100MHz	20V	14V	4W
500MHz	10V	7V	1W

Oszi parallel zur Dummyload (riskant):

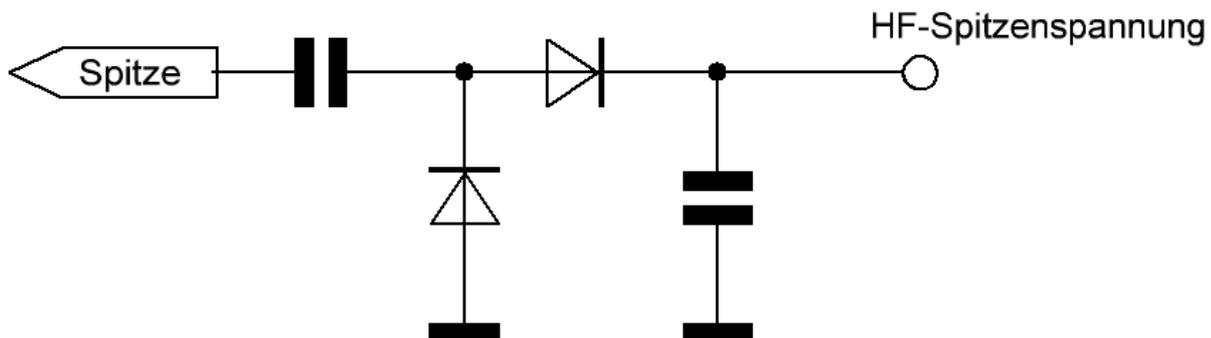


Möglichkeiten der HF-Leistungsmessung, u.A.:

- Messung hinter Dämpfungsglied:



- Spitzenwertgleichrichter / Demodulatorstastkopf



Kurz und knapp :-)

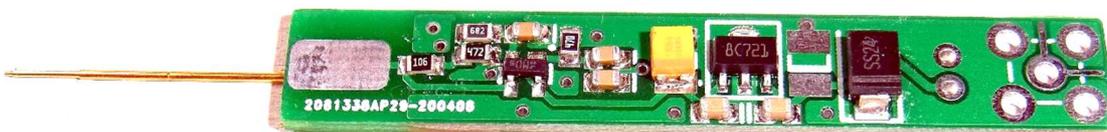
- Oszi-Eingänge sind nur bei Gleichspannung und niedrigen Frequenzen hochohmig.

- Tastköpfe und Oszi-Eingänge können bei zunehmender Frequenz ungewollt Leistung aufnehmen und dadurch bei Messungen an Sendern auch beschädigt werden.

- Die Bandbreitenangabe ist eine Beschreibung der Eingangseigenschaften zu Anstiegszeit und Spannungsmess-einschränkung.

Sie ist nicht vergleichbar mit dem Einsatzfrequenzbereich z.B. von Frequenzzählern oder Spektrumanalysern.

Für hohe Signalfrequenzen sind aktive Tastköpfe am Oszi oder 50-Ohm Messsysteme eher besser geeignet als passive kapazitive Teiler



Daten und weitere Informationen zum Thema Oszi und Tastkopf:
Wikipedia, siliconchip.com, Agilent, RS components, Pico u.A.