

DSO

Die Wahl des richtigen Tastkopfes



Der richtige Tastkopf

Inhalt

Inhalt.....	- 1 -
Welcher Tastkopf passt zu welcher Messaufgabe?.....	- 2 -
Aktiver Tastkopf bei breit-bandigen Messaufgaben	- 5 -
Wie sich die Eingangsimpedanz des Tastkopfes auswirkt.....	- 6 -

Der richtige Tastkopf

Welcher Tastkopf passt zu welcher Messaufgabe?

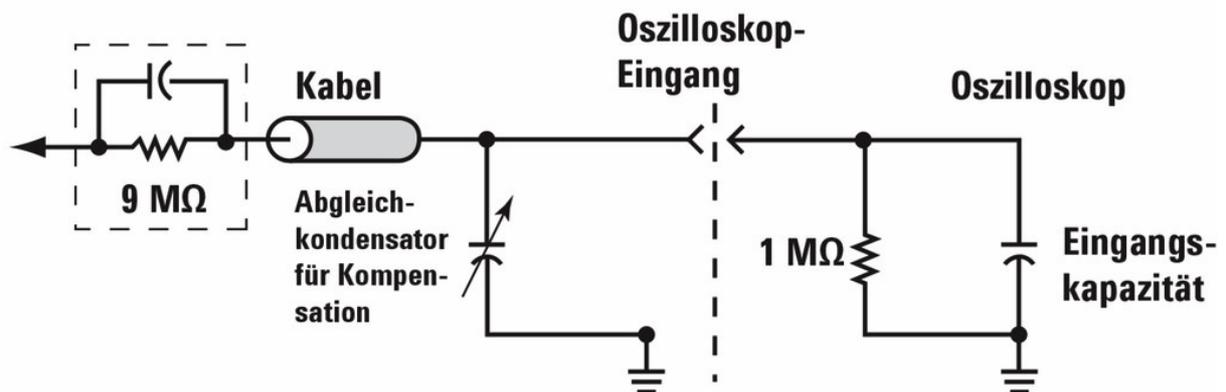


Bild 1: Aus der Ersatzschaltung des Tastkopfes und der Eingangsstufe des Oszilloskops ergibt sich der Spannungsteiler von 10:1

Der geeignete Tastkopf entscheidet über die Qualität des Messergebnisses. Wann wird ein passiver und wann ein aktiver Tastkopf verwendet? Wir zeigen Ihnen, worauf Sie achten sollten.

Die Wahl eines geeigneten Tastkopfes für das Oszilloskop ist entscheidend für eine genaue und reproduzierbare Messung. Es gibt eine Vielzahl an Tastköpfen, die sich in zwei große Bereiche einteilen lassen: den passiven und den aktiven Tastkopf.

Das erste Unterscheidungsmerkmal der beiden Typen ist, dass die passiven Tastköpfe im Gegensatz zu den aktiven Tastköpfen keine Versorgungsspannung benötigen. Sei es durch ein separates Netzteil oder durch Bereitstellung der Versorgungsspannung durch das Oszilloskop selbst. Die aktiven Tastköpfe bieten eine wesentlich höhere Bandbreite. Alle Tastköpfe sind für jeweils andere Einsatzgebiete bzw. Oszilloskop-Typen prädestiniert.

Der richtige Tastkopf

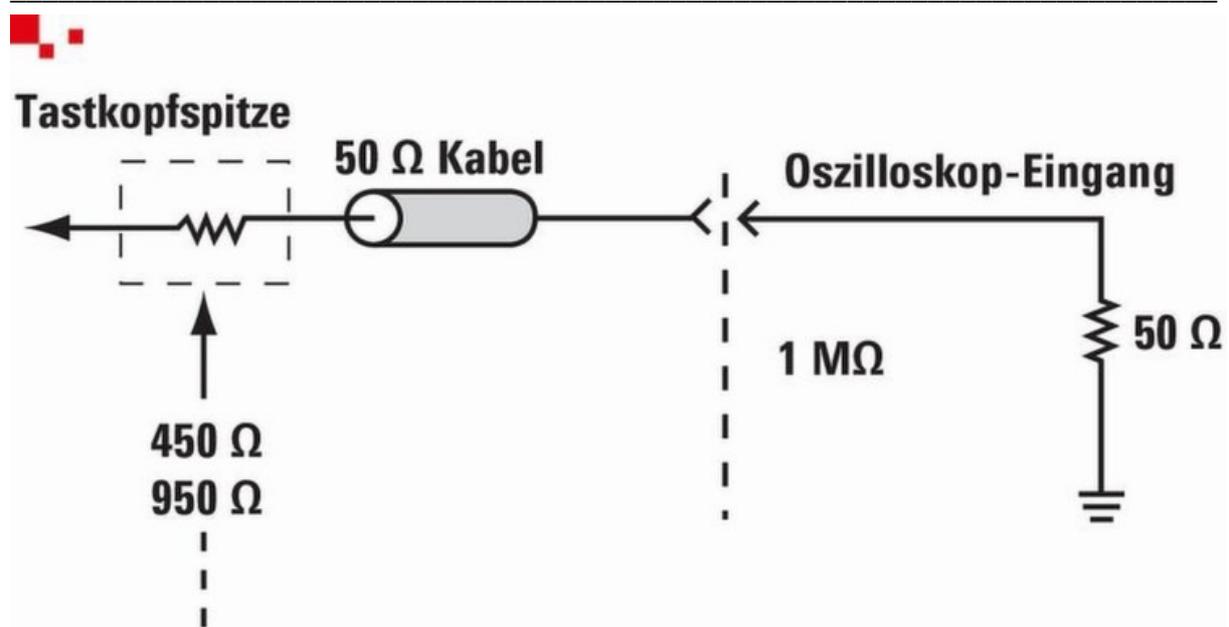


Bild 2: Ersatzschaltbild eines niederohmigen Tastkopfes mit der Eingangsersatzbeschaltung des Oszilloskops.

Der passive Tastkopf ist am verbreitetsten. Unterschieden wird in eine hochohmige und niederohmige (Widerstandstastkopf) Variante. Hochohmige Tastköpfe sind meist als 10:1-Teiler ausgeführt. Typischerweise gehören sie zum Zubehör bei einem Neukauf eines Oszilloskops. Der Eingangswiderstand des Tastkopfes, wenn er an den hochohmigen Eingang mit 1 MΩ des Oszilloskops angesteckt ist, beträgt 10 MΩ. Das Bild 1 zeigt das Ersatzschaltbild des Tastkopfes mit der Eingangsbeschaltung des Oszilloskops. Durch den Serienwiderstand von 9 MΩ in Serie mit dem Eingangswiderstand von 1 MΩ des Oszilloskops ergibt das ein Spannungsverhältnis von 10:1.

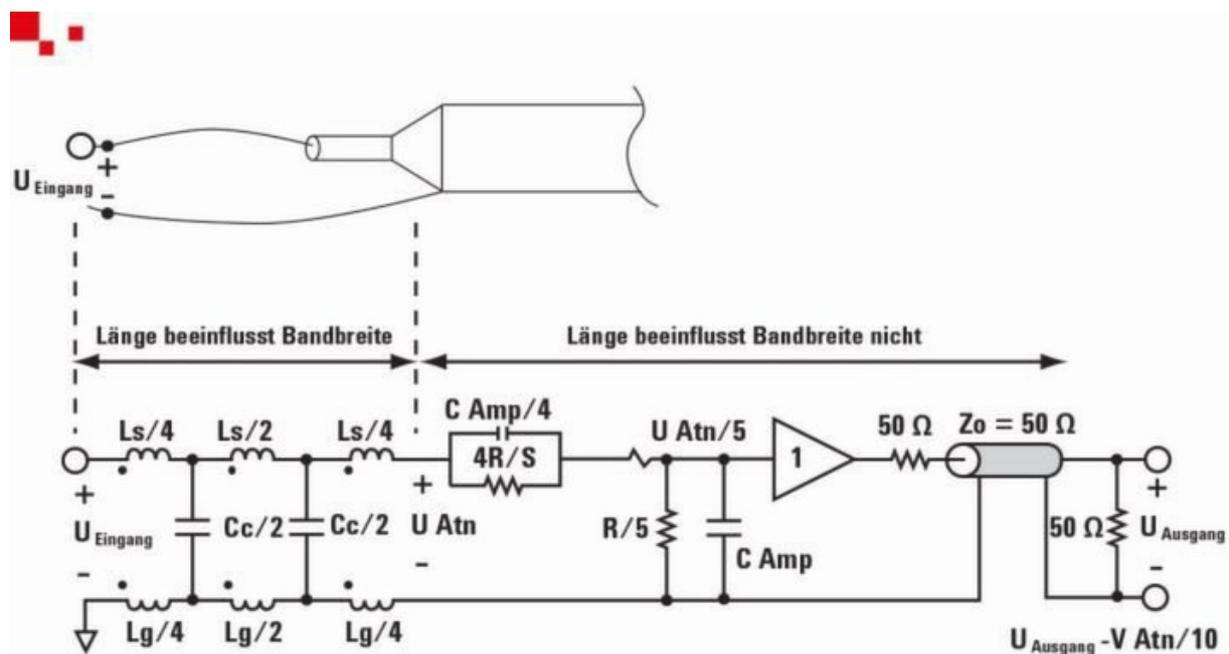


Bild 4: Parasitäre Elemente links von dem Eingangspunkt des Spannungsteilers U_{Atn} begrenzen in einer reellen Messumgebung die Bandbreite des Tastkopfes.

Der richtige Tastkopf

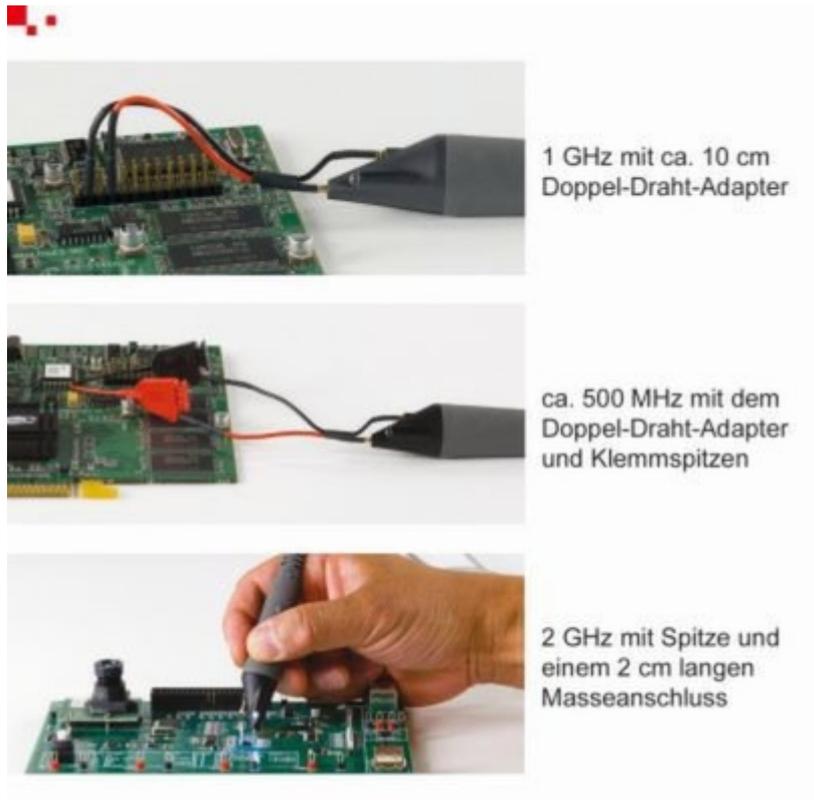


Bild 5: Unterschiedliche Kontaktierungen des Tastkopfes mit der Platine führen zu sehr unterschiedlichen Bandbreiten.

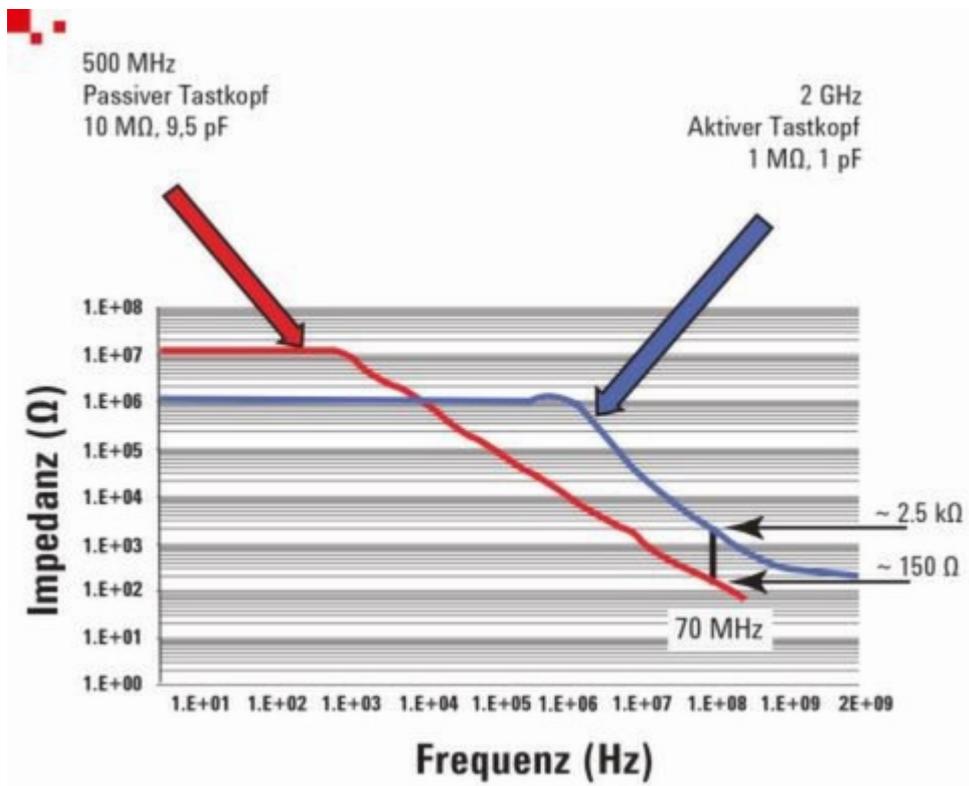


Bild 6: Impedanzverlauf von zwei Tastköpfen (rot – passiver, blau –aktiver Tastkopf).

Der richtige Tastkopf

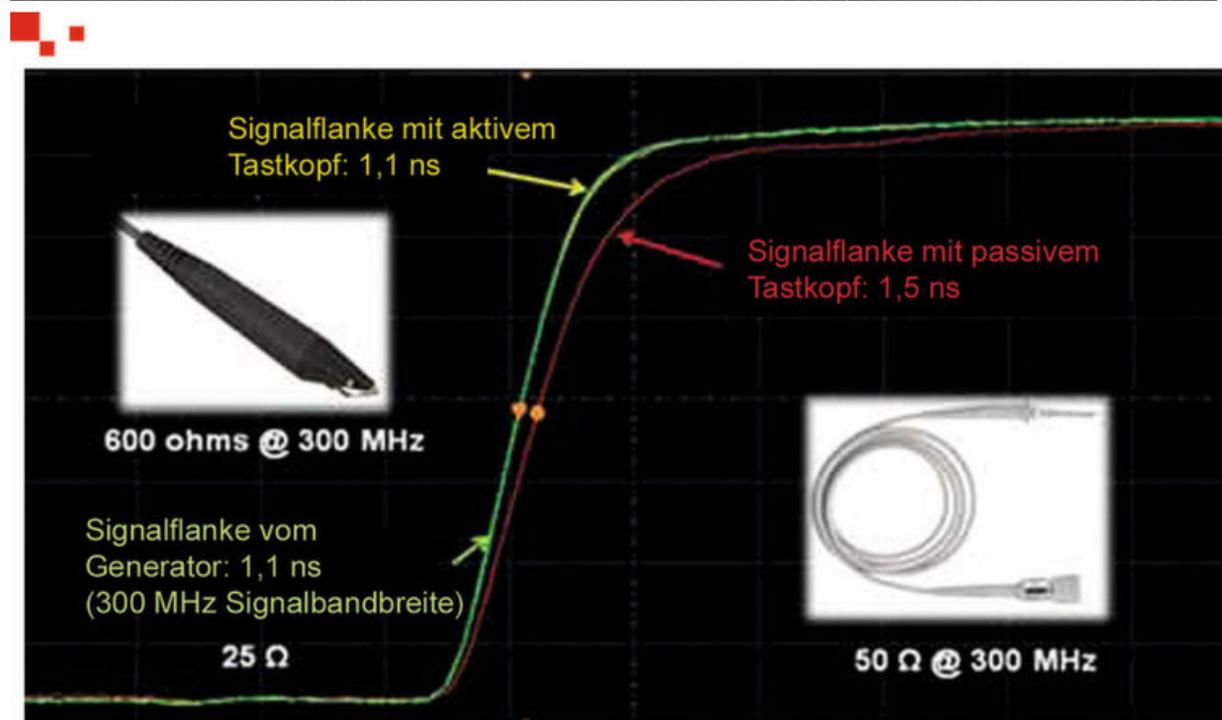


Bild 7: Vergleich von drei Anstiegsflanken eines Impulsgenerators, gemessen ohne Tastköpfe (grüne Kurve), mit einem aktiven Tastkopf (gelbe Kurve) und mit einem passiven 500 MHz-Tastkopf (rote Kurve). Der Unterschied ist deutlich in der gemessenen Anstiegszeit von 1,1 ns bzw. 1,5 ns zu erkennen.

Der niederohmige passive Tastkopf (Bild 2) hat, je nach dem im Tastkopf integrierten Widerstand, ein Spannungsteilerverhältnis von 10:1, mit einem Widerstand von 450 Ω oder 20:1 mit 950 Ω . Das Kabel, das zum Oszilloskop führt, ist ein 50- Ω -Kabel. Wichtig ist, dass die Impedanz des Oszilloskops auf 50 Ω eingestellt ist. Der Vorteil eines passiven Tastkopfes ist seine geringe kapazitive Last, verbunden mit einer hohen Bandbreite bis zu einigen GHz. Das wird bei Zeitmessungen wie Flankenzeiten oder Periodendauer genutzt.[1]. Die Tastköpfe lassen sich auch für Messungen an ECL-Logik oder an HF- und Mikrowellen-Modulen verwenden. Ein Nachteil ist allerdings die starke ohmsche Belastung des Messpunktes, wodurch sich Arbeitspunkte verschieben können oder Amplituden reduziert werden.

Aktiver Tastkopf bei breit-bandigen Messaufgaben

Hat das verwendete Oszilloskop eine höhere Bandbreite als 500 MHz, so ist ein aktiver Tastkopf zu empfehlen. Trotz des höheren Preises ist dieser die erste Wahl, wenn Bandbreite gefordert ist. Zwar sind die aktiven Tastköpfe teurer und bieten zudem nur einen geringeren Eingangsspannungsbereich. Doch aufgrund ihrer deutlich geringeren kapazitiven Belastung des Testpunktes durch die geringere Eingangskapazität bieten sie eine genauere Wiedergabe des zu messenden Signals.

Der richtige Tastkopf

Aktive Tastköpfe benötigen eine Stromversorgung. Sie erfolgt entweder über ein externes Netzgerät oder, wie bei den modernen Oszilloskopen üblich, durch eine komfortable Schnittstelle. Die Schnittstelle erkennt den Tastkopf, liest die tastkopspezifischen Parameter zur Bandbreitenkorrektur aus und sorgt für die Stromversorgung des Tastkopfes sowie überträgt ein aktiver Tastkopf die aufgenommenen Messwerte an das Gerät. So werden automatisch die Oszilloskop-Impedanz, das Abschwächerverhältnis, die Versorgungsspannung und die Offset-Spannung eingestellt.

Die Wahl eines Single-Ended-Tastkopfes liegt nahe, wenn ein Single-Ended-Signal gemessen werden muss. Differenzielle Signale müssen mit einem Differenzial-Tastkopf gemessen werden. Ein differenzielles Signal liegt vor, wenn ein positives Signal gegen ein negatives Signal gemessen werden muss. Die effektive Masse-Ebene ist bei differenziellen Signalen und einem differenziellen Tastkopf idealerweise besser ausgeführt als bei den meisten Single-Ended-Tastköpfen. Die Masseebene verbindet den Massebezug jedes einzelnen Mess-Tastpunktes sehr niederohmig mit dem Massebezug des DUT und ist oft besser als bei einem Single-Ended-Tastkopf. Es kann daher von Vorteil sein, einen Differenzial-Tastkopf zu nutzen.

Wie sich die Eingangsimpedanz des Tastkopfes auswirkt

Die höhere Bandbreite ist ein klarer Vorteil der aktiven Tastköpfe. Wird die Verbindung zum Messpunkt nicht beachtet, ist der Vorteil schnell zunichte. Bei einer langen Leitung zwischen Tastkopf und Messpunkt wird ein großer Teil der Bandbreite verschenkt.

Zwar mag die Bandbreite der aktiven Tastköpfe mit den entsprechenden idealen Kontaktierungen vom Hersteller spezifiziert sein, doch durch das zusätzlich angebrachte Kabel wird die Bandbreite erheblich beeinflusst und stellt meist den limitierenden Faktor dar, wobei die parasitären Komponenten von der Eingangsspannung des Spannungsteilers die Verursacher der Bandbreitenreduktion sind.

Die Eingangsimpedanz eines Tastkopfes ist nur im unteren Frequenzbereich konstant. Durch die parasitäre Eingangskapazität nimmt die Impedanz zu höheren Frequenzen ab und kann bei sehr hohen Frequenzen einen Kurzschluss darstellen. Je höher die Eingangskapazität ist, desto eher und schneller nimmt die spezifizierte Eingangsimpedanz ab. Bei ungefähr 70 MHz ist die Impedanz des passiven Tastkopfes bereits auf ca. 150 Ω abgesunken, während der aktive Tastkopf noch eine Impedanz von ca. 2,5 k Ω aufweist.

Bei einer Systemimpedanz von 50 bzw. 100 Ω ist die Last des Tastkopfes erheblich und beeinflusst das zu testende Signal deutlich. Wird die Anstiegszeit eines Impulses von einem Generator, der direkt am Oszilloskop angeschlossen ist, ohne Tastkopf und mit Tastkopf gemessen, so erkennt man, dass der Einfluss des passiven Tastkopfs auf die Messergebnisse der Anstiegszeit auswirkt. Die Bandbreite beträgt ungefähr 300 MHz = 0,35/1,1 ns. Die gelbe Kurve (Bild 7) entspricht der Messung mit aktivem Tastkopf und deckt die grüne Kurve ab. Das ist das korrekte Ergebnis einer Anstiegszeitmessung. Beim passiven Tastkopf (rot), spezifiziert mit einer Bandbreite von 500 MHz, ist der Messwert bereits deutlich schlechter und ergibt eine Anstiegszeit von 1,5 ns.