



# Moderne Oszilloskop-Meßtechnik Teil 14

*Einsatzmöglichkeiten aktiver Differenzastköpfe und deren Besonderheiten in der Anwendung beschreibt der vierzehnte Teil dieser Artikelserie.*

## 10.5 Der aktive Differenzastkopf

Das Erfassen von Signalen oberhalb des Massebezuges, d. h. einer kleinen Meßgröße mit einem hohen, überlagerten Gleichspannungsanteil ist vielfach mit den bisher besprochenen passiven Tastkopfsystemen nicht möglich. Insbesondere, wenn es sich bei der Meßgröße um ein relativ niederfrequentes Signal mit einer überlagerten Spannung, die sich nun wiederum aus einer Gleichspannung mit Wechselanteil zusammensetzt, handelt, kann auch in Verbindung mit der AC-Kopplung keine unverfälschte Signaldarstellung erzielt werden.

Abhilfe schafft hier ein sogenannter Differenzastkopf. Um die für eine unverfälschte Signaldarstellung erforderliche Eingangsimpedanz von typisch 1 - 10 MΩ / 10 pF zu erreichen, sind die heute üblichen Differenzastköpfe aktiv aufgebaut.

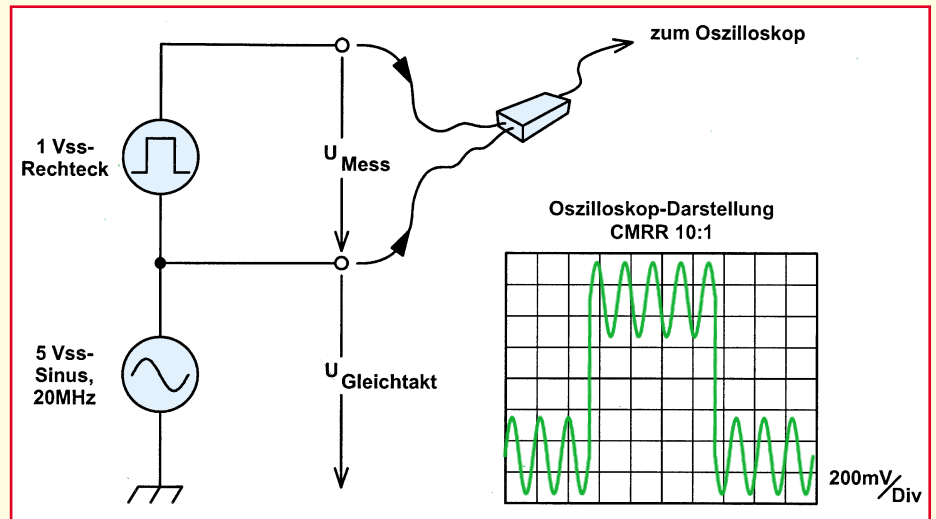
Abbildung 65 (Titelfoto) zeigt einen relativ preiswerten und in entsprechenden Anwendungen verbreiteten aktiven 25MHz-Differenzastkopf, der für den Anschluß an gängige Oszilloskope geeignet ist. Die Spannungsversorgung für die

aktiven Schaltungskomponenten innerhalb des Tastkopfgehäuses erfolgt üblicherweise, wie auch bei diesem gezeigten Tastkopftyp, aus den eingebauten Batterien oder Akkus.

Auf der Ausgangsseite (Oszilloskop-Anschlußseite) ist der Tastkopf mit einer

BNC-Leitung für den Anschluß an das Oszilloskop versehen. Die Meßeingänge des Tastkopfes sind mit zwei gleichwertigen Tastklemmspitzen versehen.

Eines der Probleme bei der Differenzmessung besteht darin, die möglichst hohe Gleichtaktunterdrückung auch bei hohen



**Bild 66:** Auswirkungen einer zu geringen Gleichtaktunterdrückung

Gleichtaktfrequenzen zu gewährleisten.

Eine geringe Gleichtaktleistung ermöglicht es, daß ein signifikanter Gleichtaktspannungsanteil an den Eingängen der Differenzastköpfe auftritt. Handelt es sich bei der Gleichtaktspannung um eine reine Gleichspannung, führt dies vielleicht lediglich zu einer Verschiebung der Nulllinie. Handelt es sich bei der Gleichtaktspannung jedoch um eine Wechselspannung oder eine Kombination aus Gleich- und Wechselspannung, kann entlang der Differenzeingänge ein Signalanteil auftreten, der sich mit dem gewünschten Signal mischt.

zum Gleichtaktsignal ist, um so größer muß die Gleichtaktunterdrückung des aktiven Differenzastkopfes sein. Es wird deutlich, daß die Gleichtaktunterdrückung zu einer der wichtigsten Kenngrößen eines Differenzastkopfes gehört.

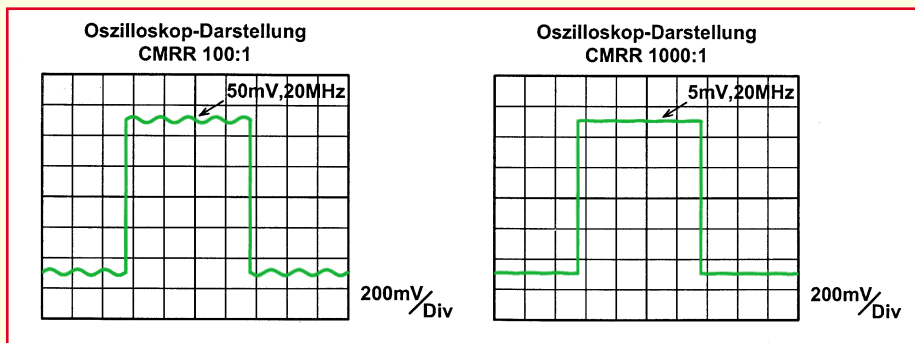
Bei dem in Abbildung 68 gezeigten Differenzastkopf handelt es sich um einen hochwertigen Tastkopf für spezielle Meßaufgaben, der zwar „nur“ eine Bandbreite von ca. 1 MHz besitzt, jedoch dafür mit anderen bemerkenswerten Daten auftritt.

Mit einer besonders hohen Verstärkung und der hieraus resultierenden Eingangs-

0,1 bis 100 schaltbar. Für Messungen an extrem hochohmigen Signalquellen besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Eingangsimpedanz von 1 MΩ||50 pF auf nahezu unendlich (bei Verstärkung x100 und x10) unzuschalten.

Neben der Grenzfrequenz gibt es mit der Spannungsfestigkeit noch eine weitere technische Komponente, die es zu beachten gilt. Es wird hier üblicherweise eine maximale Spannung im Differential-Mode (Spannung zwischen den Klemmen) und eine für den Common-Mode (Spannung zwischen beiden Klemmen und der Oszilloskop-Masse) angegeben.

**Bild 67: Signaldarstellung mit 100 : 1- bzw. 1000 : 1-Gleichtaktunterdrückung (CMRR: common mode rejection ratio)**



Wie sich eine möglicherweise zu geringe Gleichtaktunterdrückung auf die Oszilloskopdarstellung auswirkt, zeigt Abbildung 66.

Durch die hier vorliegende Gleichtaktunterdrückung von lediglich 10 : 1 (20log 10/1 = 20 dB) bei 20 MHz ergeben sich erhebliche Signalverfälschungen. Da die Gleichtaktunterdrückung eines aktiven Differenzastkopfes eine Funktion der Frequenz ist, wird sie üblicherweise von den Herstellern in Form einer Tabelle für verschiedene Frequenzen oder als Kurve (Gleichtaktunterdrückung über Frequenz) angegeben.

Neben Verhältnisangaben (10 : 1 / 1000 : 1 ...) sind auch Angaben in dB für Gleichtaktunterdrückung üblich. Besonders hochwertige Tastköpfe erreichen Gleichtaktunterdrückungen von bis zu 10.000 : 1 bei 50 kHz, 5.000 : 1 bei 1 MHz und selbst bei 50 MHz liegt mit 1000 : 1 noch eine Gleichtaktunterdrückung von 60 dB (!) vor.

Abbildung 67 zeigt das gleiche Signal wie aus Bild 66, jedoch mit Gleichtaktunterdrückungen von 100 : 1 (40 dB) und 1000 : 1 (60 dB).

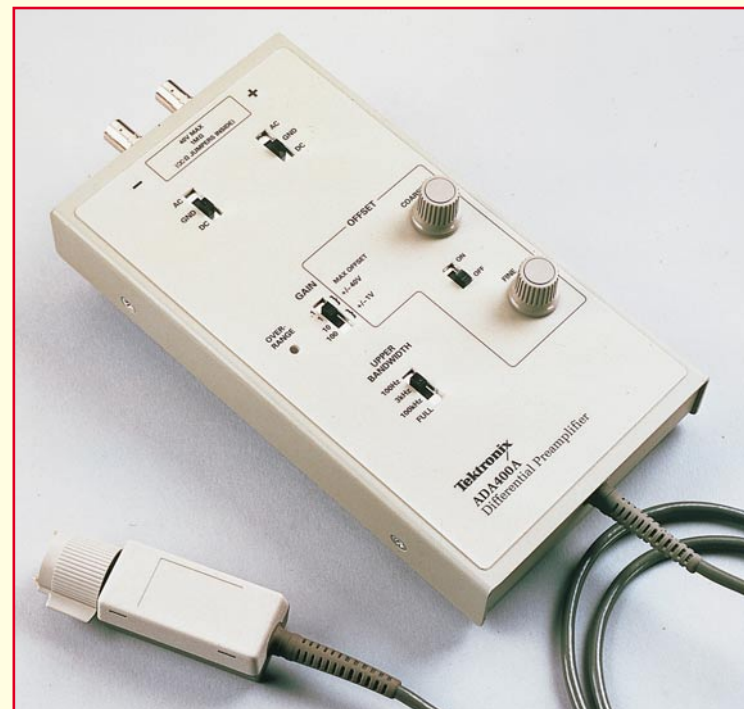
Selbst bei einer Gleichtaktunterdrückung von 40 dB (100 : 1) sind noch deutliche Gleichtaktspannungsanteile erkennbar.

Erst mit 1000 : 1 (60 dB) werden die Gleichtakt-Störanteile (5 V<sub>ss</sub>, 20 MHz) so weit unterdrückt, daß praktisch auf dem Oszilloskop nur noch das zu messende Signal 1V<sub>ss</sub>-Rechteck sichtbar ist.

Je kleiner das Meßsignal im Vergleich

empfindlichkeit von 10 µV/Div sowie der überaus hohen Gleichtaktunterdrückung von 100 dB (100.000 : 1) bei 10 kHz ist dieser Tastkopf speziell für die Messung sehr kleiner Signale ausgelegt. Die Verstärkung des Tastkopfes ist in 4 Stufen von

Der in Abbildung 65 gezeigte, preiswerte Differenzastkopf hat eine Spannungsfestigkeit von bis zu ±1400 V (DC + AC Peak) und ebenfalls ±1400 V max. für das Gleichtaktsignal bei einer Grenzfrequenz (-3 dB) von 25 MHz.



**Bild 68: 1MHz-Differenzastkopf mit 100dB-Gleichtaktunterdrückung bei 10kHz.**

Zum Abschluß dieser Artikelserie stellen wir im 15. Teil aktuelle Entwicklungen aus dem Bereich der Digital-Speicheroszilloskope mit ihren vielfältigen Meßmöglichkeiten vor.

