

# Basteltagebuch

## Messung kleiner HF-Ströme mit einem Stromsensor

(Stromzange)

(Messung der Quarzbelastung von Oszillatoren)

Version 003

Jörn Bartels, DK7JB

49088 Osnabrück

mail@dk7jb.de

<http://www.bartelos.de/dk7jb.php>

26. Oktober 2015



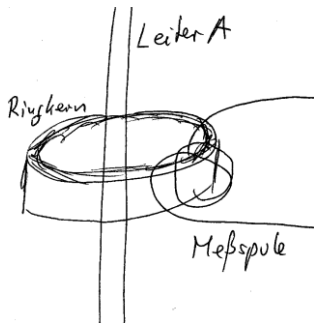
# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b><i>Einleitung</i></b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b><i>Warum beschäftige ich mich mit diesem Messverfahren?</i></b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b><i>Erste Versuche</i></b> .....	<b>4</b>
3.1	<b>Messaufbau</b> .....	<b>4</b>
3.2	<b>Kleiner Doppellochkern von Eric 3 Windungen</b> .....	<b>5</b>
3.3	<b>FT23-43 4 Windungen</b> .....	<b>5</b>
3.4	<b>RFelectronica PF29 5 Windungen</b> .....	<b>5</b>
3.5	<b>N30 5 Windungen</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b><i>Weitere Kalibriermöglichkeit</i></b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b><i>Literatur und weitere Anwendungen</i></b> .....	<b>7</b>

# 1 Einleitung

Dieses Dokument wird in den nächsten Wochen und Monaten ergänzt werden.

In dieser Baumappe beschreibe ich wie mit einem Ringkern HF-Ströme gemessen werden können. Das Verfahren ist in der HF-Technik sein vielen Jahrzehnen bekannt.



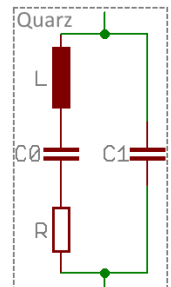
Der kleine Messumformer arbeitet nach dem Transformatorprinzip. Auf den zu messenden Leiter wird ein kleiner Ringkern gesteckt. Auf dem Ringkern werden einige Windungen als Messspule aufgebracht. Fließt nun ein HF-Strom durch den Leiter A wird in den Windungen eine Spannung induziert, die linear abhängig vom Strom im Leiter A ist. Diese Spannung kann mit einem Oszilloskop gemessen werden.

Wenn man nur einen halben Ringkern nimmt, erhält man so sehr einfach einen HF-Sniffer um Signale in Aufbauten verfolgen zu können.

In den nächsten Wochen wird dieses Dokument anwachsen. Damit meine Freunde jetzt schon darauf zurückgreifen können, steht es im Anfangsstadium schon online.

# 2 Warum beschäftige ich mich mit diesem Messverfahren?

In Quarzoszillatoren möchte ich die Belastung von Quarzen messen können. Dies geht nur über den Quarzstrom und ist ein gängiges Messverfahren. Es muss nur der Widerstand aus dem Ersatzschaltbild des Quarzes bekannt sein (siehe nebenstehendes Bild). Dies ist auch kein Problem, da diese Kenndaten mit dem VNWA leicht bestimmt werden können.

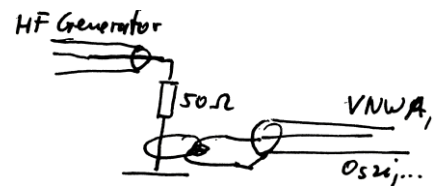


# 3 Erste Versuche

## 3.1 Messaufbau

Die Messsonde wird auf das HF-kalte Beinchen des Quarzes gesteckt. Die Messsonde wird am Spektrum Analysator angeschlossen

Gemessen wird wie im nebenstehenden Bild.



Kalibriert wird der Aufbau mit einem HF-Generator, der mit 50 Ohm abgeschlossen wird. Am kalten Ende des 50 Ohm-Widerstandes wird dann der Ringkern auf das Beinchen des Widerstandes gesteckt.

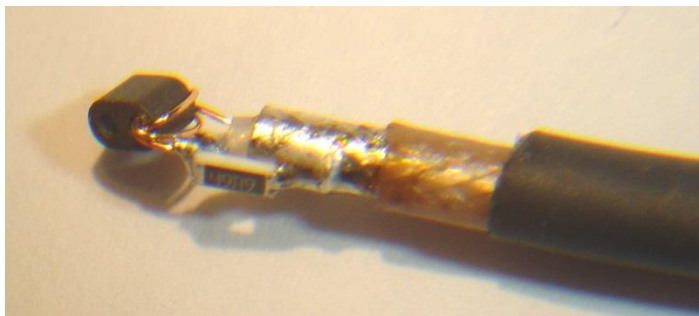
Aus dem Pegel des HF-Generators lässt sich sehr einfach der HF-Strom bei einer Last mit 50 Ohm berechnen:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{U_{ss}}{2R\sqrt{2}}$$

Mit  $P = UI = RI^2$  ergibt sich  $I_{eff} = \sqrt{\frac{P[in Watt]}{R}} = \sqrt{\frac{10^{P[in dBm]/10} * 1mW}{R}}$

Eigene Messungen haben gezeigt, dass das verwendete Material für die Messsonde sehr unkritisch ist um man quasi jeden kleinen Ringkern oder Dämpfungspere nehmen kann. Einfach 3-6 Windungen aufwickeln und dann direkt am Ringkern mit 50 Ohm abschließen. Anschließend mit einem Koax zum Spektrumanalysator. Mit einem HF-Generator kann dann die Messanordnung kalibriert werden.

### 3.2 Kleiner Doppellochkern von Eric 3 Windungen



### 3.3 FT23-43 4 Windungen



### 3.4 RFelectronica PF29 5 Windungen



### 3.5 N30 5 Windungen

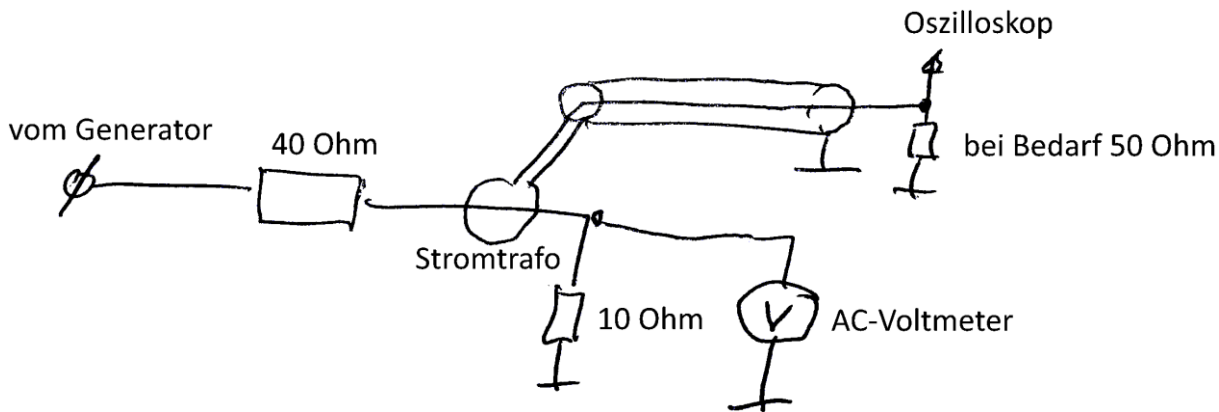
N30 Ringkern (d=4mm h=1,5mm)



DFP3 Reichelt abgeschliffen 3 Windungen und 5 Windungen (zwei Aufbauten)

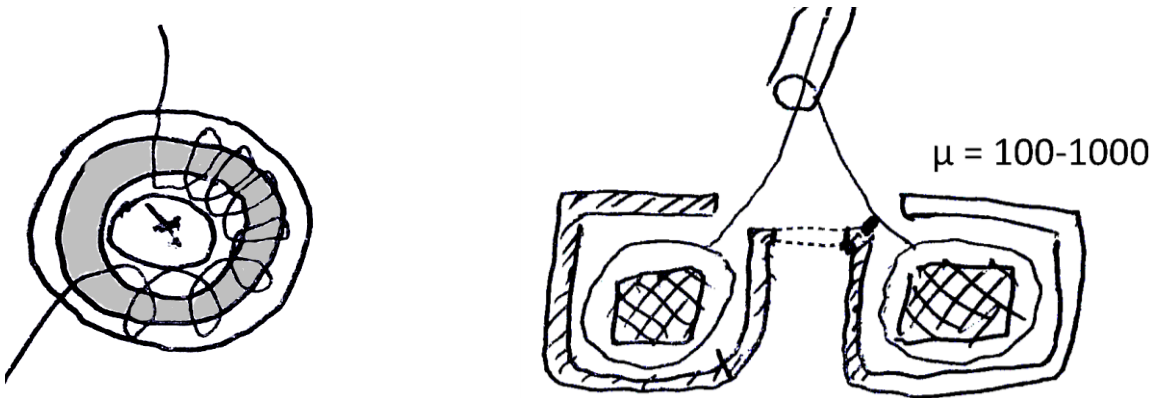


## 4 Weitere Kalibriermöglichkeit



Hier kann die Messung mit dem Stromsensor mit der Messung des Spannungsabfalls über einen Widerstand verglichen werden.

Bei diesen Messungen ist oftmals die kapazitive Verkopplung ein Problem. Eine Möglichkeit dieses Problem zu verringern ist eine Schirmung um die Messsonde wie in den beiden folgenden Bildern gezeigt. Da die verwendeten Ringkerne sehr klein sind ist eine solche Abschirmung mechanisch sehr schwierig zu realisieren.



Da alle diese Messungen die „Gefahr“ einer kapazitiven Einkopplung und Verfälschung haben, hat mir Prof. Rohde empfohlen den Quarzstrom resistiv zu messen. Bei einem Oszillator bei dem ein Quarzbeinchen an Masse liegt, kann auf der kalten Seite ein kleiner Widerstand in Reihe geschaltet werden. Nun kann mit einer aktiven Spannungsprobe (sehr kleine Ankopplung über 0,5pF) der Spannungsabfall über den Serienwiderstand gemessen werden. Eine solche kapazitätsarme HF-Spannungsprobe haben wir uns schon für unser K2-Projekt gebaut. Es spricht

also nichts gegen dies Messverfahren. Bei Oszillatoren, bei denen kein Bein auf Masse liegt ist dieses Messverfahren nicht so einfach anzuwenden.

Link zu unserer aktiven kapazitätsarmen HF-Probe: Seite 112

<http://www.bartellos.de/dk7jb.php/experimente-am-k2-mit-baumappte>

## 5 Literatur und weitere Anwendungen

[www.darc.de/uploads/media/Antennenstrommessgeraet.pdf](http://www.darc.de/uploads/media/Antennenstrommessgeraet.pdf)

[http://notfunk-nrw.org/index.php?view=article&catid=3%3Aartikel-notfunker&id=32%3Ahf-strommesszange&format=pdf&option=com\\_content&Itemid=52HF](http://notfunk-nrw.org/index.php?view=article&catid=3%3Aartikel-notfunker&id=32%3Ahf-strommesszange&format=pdf&option=com_content&Itemid=52HF)

<http://www.technik.dhbw-ravensburg.de/~lau/hfprobe.html>

Quartz Crystal Drive Level - APPLICATION NOTE AN-830:

<https://www.idt.com/document/apn/830-quartz-crystal-drive-level>

Application note AN2867:

[http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/application\\_note/CD00221665.pdf](http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/application_note/CD00221665.pdf)

Das folgende Bild zeigt ein Antennenstrommessgerät.

