

Sende- und Empfangstörungen beseitigen

Von
Wolfgang, DG0SA

17. Inseltreffen am 06.10.2007 in Göhren auf Rügen

Sende- und Empfangstörungen, zwei Ausbreitungsarten:

1. leitungsgebunden

Über Ströme in

- Kabeln
- Leitungen
- Leiterbahnen

(physikalisch exakter dargestellt
als TEM-Welle, gerichtete
elektro-magnetische Welle)

2. gestrahlt

Über das

- elektromagnetische Feld

(über die Raumwelle)

Sende- und Empfangstörungen

zwei Problemfelder der leitungsgebundenen oder gestrahlten Störung

Erstes Problemfeld:

- Antenne hängt frei und trotzdem werden Störungen empfangen
- Antenne hängt frei, Senden stört trotzdem häusliche Geräte

1. Fehler in der Antennenausführung, insbesondere im Bereich der Zuleitung/Ableitung

Zweites Problemfeld:

- Antenne ist korrekt aufgebaut und empfängt Störungen
- Antenne ist korrekt aufgebaut Senden stört trotzdem häusliche Geräte

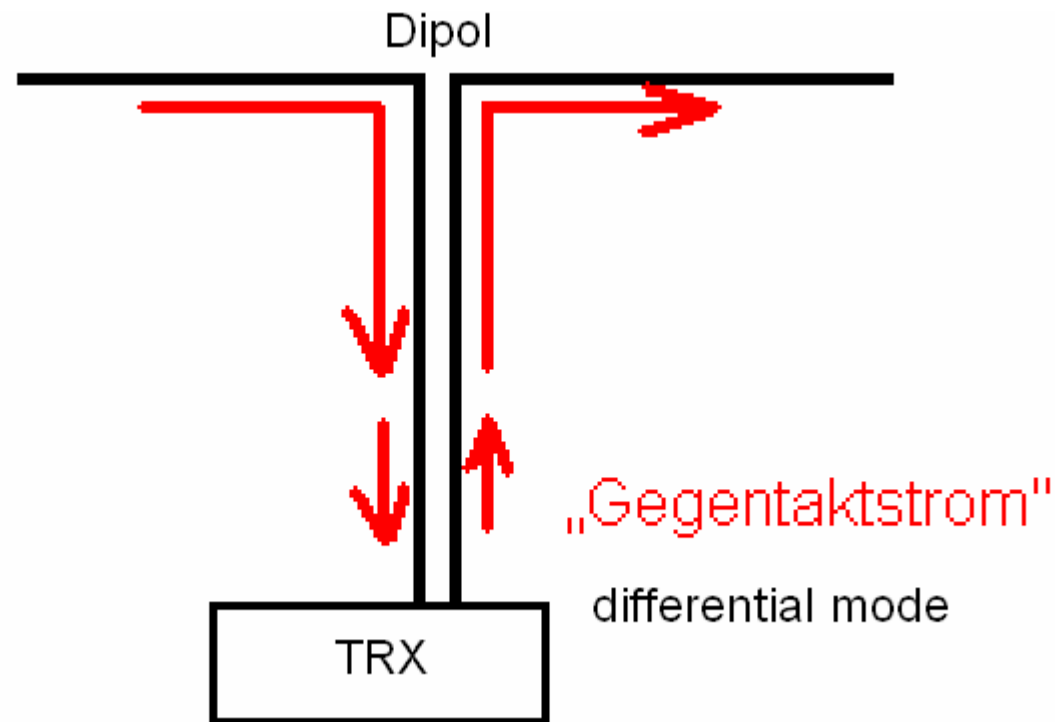
2. Fehler in den elektrischen Geräten, in deren elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV)

1. Problemfeld

- Fehler im Aufbau von Antennen, insbesondere in der Zuleitung

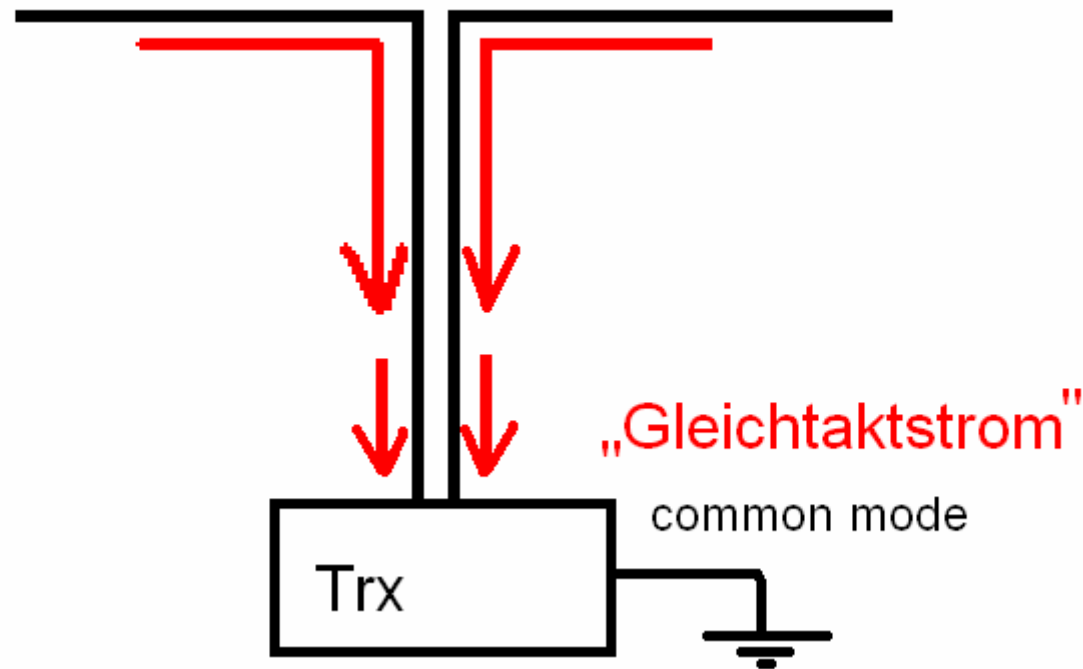
Fehler in Antennenausführung beseitigen, korrekten Energiefluss erreichen

Die Energie vom Dipol wird zum Empfänger geleitet bzw.
vom Sender zum Dipol („gewollter Strom, guter Strom“)



Fehler in Antennenausführung beseitigen, fehlerhaften Energiefluss beseitigen

- Es fließt ein Ausgleichsstrom zwischen Dipol und Erde, mit T-Antenne vergleichbar („ungewollter Strom, schlechter Strom“)



Fehler in Antennenausführung beseitigen, häufigste Ursachen für Gleichtaktströme

(auch genannt Mantelströme, Ausgleichsströme, common mode current)

Mantelströme treten auf, wenn

- Koaxialkabel „brutal“ an Dipol angeschlossen wird
- Koaxialkabel direkt an Hühnerleiter angeschlossen wird

Der Übergang symmetrisch auf unsymmetrisch ist nicht rückwirkungsfrei! Denn ein Koaxialkabel hat drei Leiter:

1. Innenleiter
2. innere Schicht des Koaxialkabelmantels und
3. die äußere Schicht des Koaxialkabelmantels.

Mantelströme treten auf an

- Allen Antennen mit außermittiger Speisung eines Dipols (z.B. FD-Antennen, Windoms, Stromsummenantennen)
- An symmetrischen Antennen, wo aber die Speiseleitung nicht in Symmetrieachse liegt (Speiseleitung schief und krumm weggespannt)
- Allen „endgespeisten“ Antennen (z.B. Zepp, DL7AB-Antenne)
- Allen Stabantennen ohne oder mit zu wenig Radials
- J-Antennen

Fehler in Antennenausführung beseitigen, die häufigsten Wirkungen der Gleichtaktströme

1. Beim Empfang

- Häusliche Störungen werden empfangen

Beispiel: Fernseher erzeugt einen Störpegel S9+

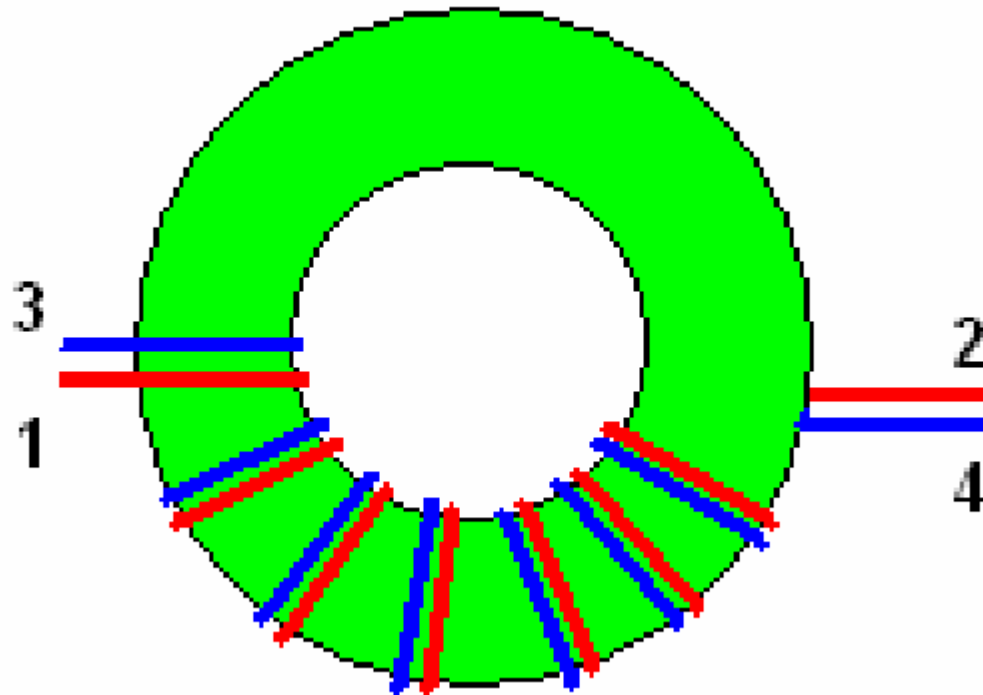
2. Beim Senden

- Häusliche Geräte werden gestört

Beispiel: Der Brenner der Ölheizung gibt „CQ“

Fehler in Antennenausführung beseitigen, Auftreten von Gleichtaktströmen beseitigen Abhilfe: Mantelwellensperre, 1:1 Balun

- Lässt Gegentaktströme ungehindert hindurch, denn die nutzen die Leitung, merken jedoch vom Kern nichts
- Sperrt Gleichtaktströme, denn diese bauen im Kern ein Feld auf, was zur Drosselwirkung führt



Fehler in Antennenausführung beseitigen,
Auftreten von Gleichtaktströmen beseitigen
die wichtigste Aufgabe einer Mantelwellensperre
(1:1 Balun)

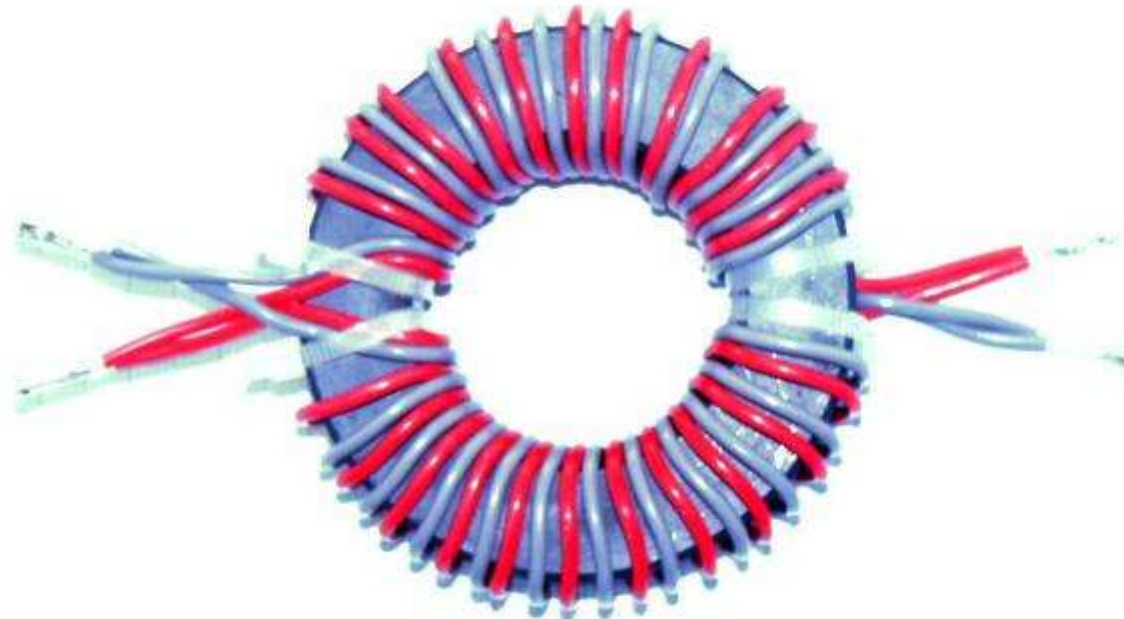
einen rückwirkungsfreien Übergang eines symmetrischen auf ein unsymmetrisches System durch Potentialtrennung sicher zu stellen mit dem Ergebnis:

1. Gegentaktströme
ungehindert
hindurch lassen

2. Gleichtaktströme
maximal
unterbinden

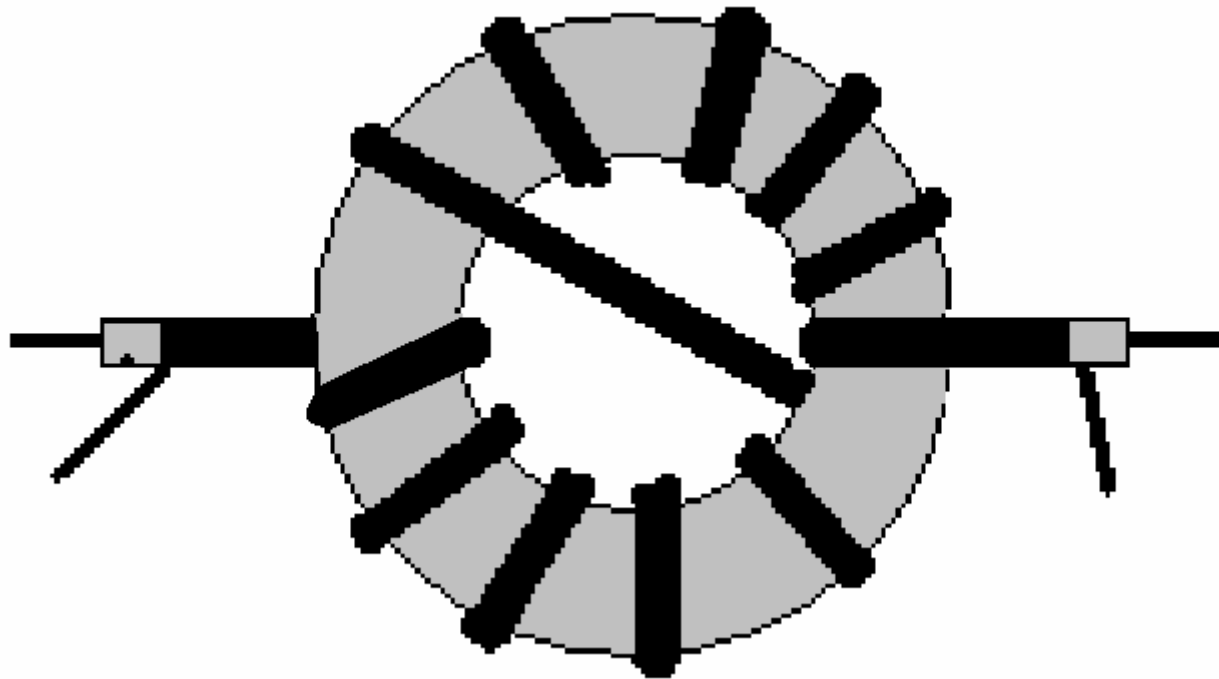
Fehler in Antennenausführung beseitigen, Auftreten von Gleichtaktströmen beseitigen

- Abhilfe: Mantelwellensperre, Balun 1:1
(z.B. DG0SA-Balun)



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Auftreten von Gleichtaktströmen beseitigen

- Abhilfe: Mantelwellensperre, Balun 1:1
(Joe Reisert, W1JR)



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Auftreten von Gleichtaktströmen beseitigen

- Abhilfe: Mantelwellensperre, Balun 1:1 (M.W.Maxwell, W2DU), es werden aber sehr viele Kerne für ein gutes Ergebnis benötigt
(ist sowohl bei Koaxialleitung, als auch bei symmetrischer Leitung anwendbar)



Ferrithülsen aus NiZn-Ferrite

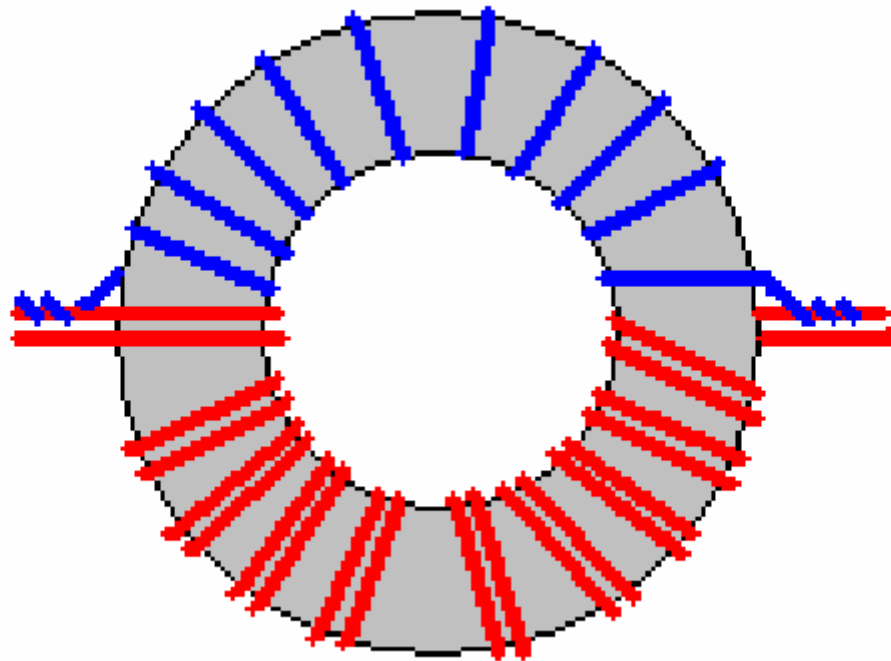


Ferrithülsen aus NiZn-Ferrite

Fehler in Antennenausführung beseitigen, Auftreten von Gleichtaktströmen beseitigen

- Funktioniert nicht (Aufbau nach C. L. Ruthroff)

Nimmt man in der blauen Wicklung einen Teilstrom und in der roten Wicklung einen Teilstrom gleicher Größe an, so wird im Kern kein Fluss auftreten – Drosselwirkung Null. Und tatsächlich teilt der Strom bei gleicher Windungszahl sich hälftig auf und fließt ungebremst!

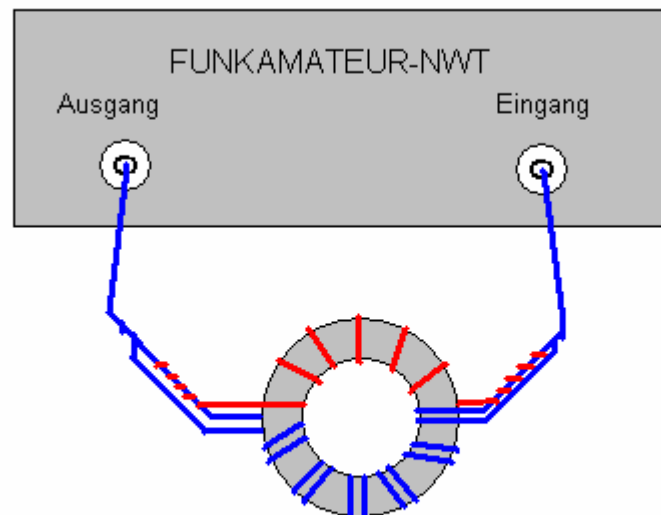


Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, Balun-Funktionstest

- Drosselwirkung gegen Gleichtaktströme darstellen

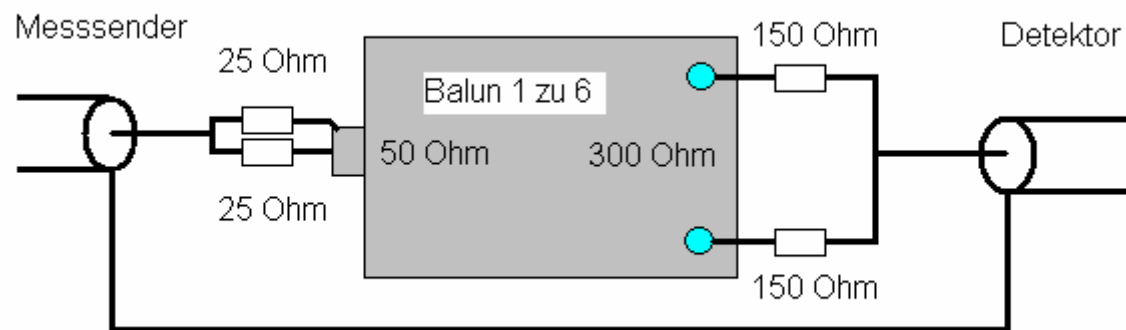
Einfach die Anschlüsse der einen Seite des Baluns miteinander verbinden und die Anschlüsse der anderen Seite ebenfalls.

In die Buchsen eines Netzwerktesters pieksen und von 100 kHz bis z.B. 50 MHz durchwobbeln



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, Balun-Funktionstest

- Drosselwirkung gegen Gleichtaktströme darstellen
Oder korrekt abschließen, ist jedoch aufwändiger, denn man muss die Wirkung der eingefügten Widerstände (hier 25 Ohm parallel = 12,5 Ohm plus 150 Ohm parallel = 75 Ohm macht insgesamt 87,5 Ohm) wieder hinausrechnen. Und das Ergebnis ist identisch mit der auf der vorherigen Folie dargestellten Methode, die viel einfacher ist

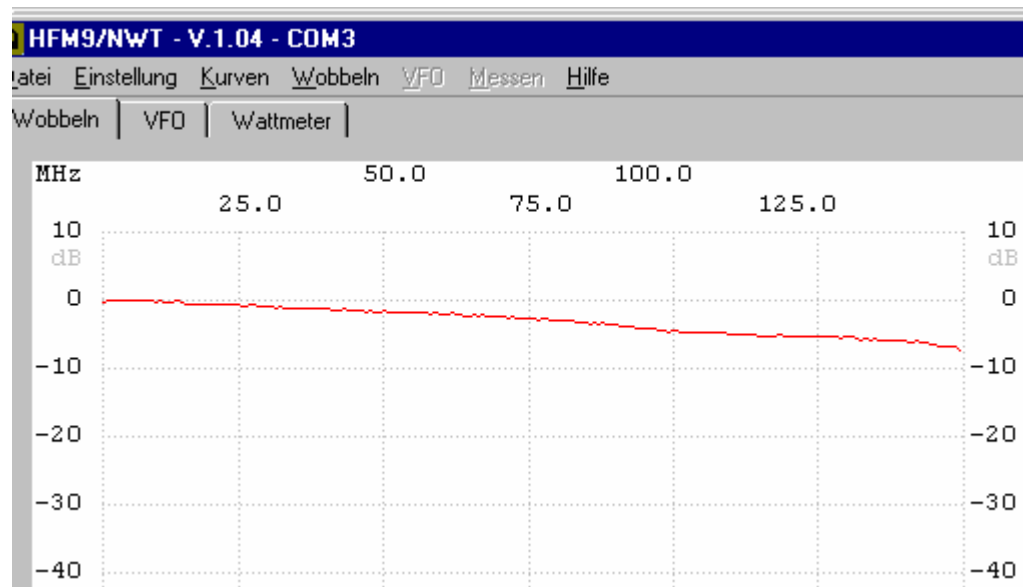


Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, Funktionstest

- Drei-Draht-Variante (Ruthroff): **Null Wirkung!** Die gleiche „Drosselwirkung“ hat ein gestreckter Draht

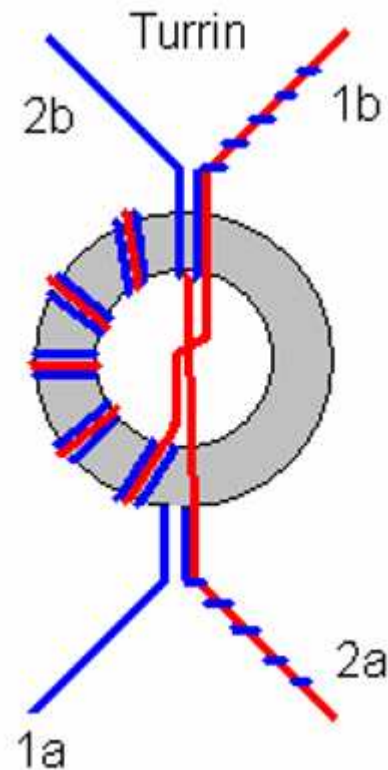
Interpretation des Messergebnisses: kriecht die Kurve nahe der Nulllinie, ist die Wirkung des Baluns, Mantelströme, Gleichtaktströme zu unterbinden „Null“

Die Kurve sollte schon bei tiefen Frequenzen die -20dB Linie durchbrechen und erst bei hohen Frequenzen wieder „von unten“ die -20dB erreichen



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, Balun-Funktionstest

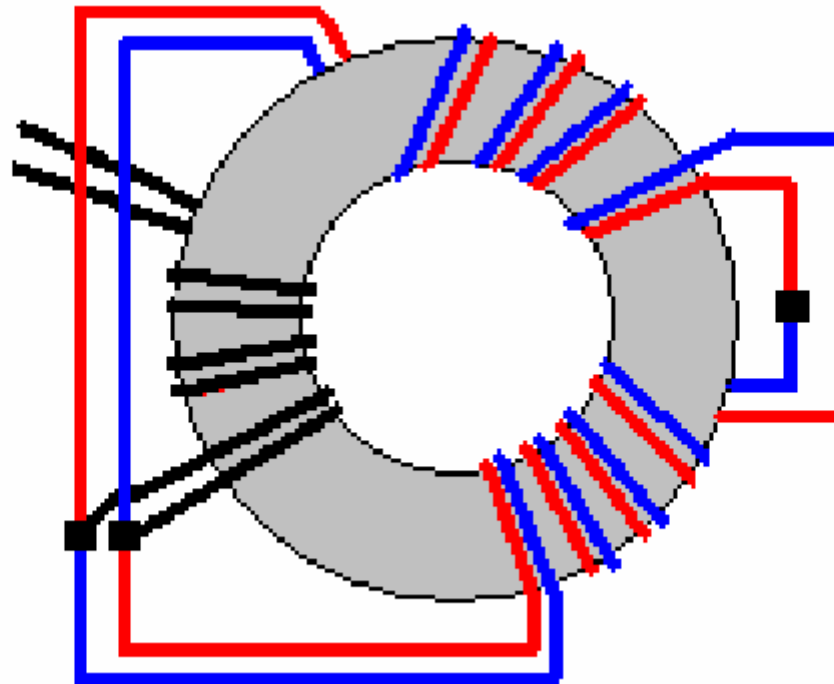
- Funktioniert nicht (Aufbau nach R. H. Turrin, W2IMU)
Auch hier erzeugen die Teilströme kein magnetischen Fluss im Kern, also Wirkung „Null“



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, Balun-Funktionstest

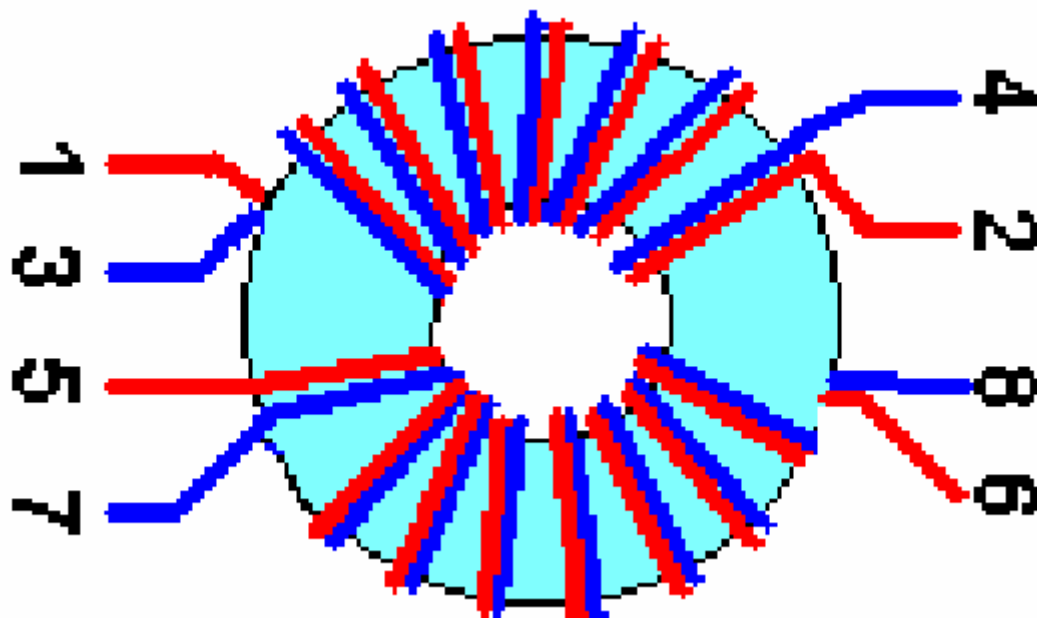
- Funktioniert nicht: Übertrager und Mantelwellensperre **auf einem Kern** (1:6 eines namhaften Herstellers)

Der aufgewickelten schwarzen Leitung werden (wie mit einem Transformator) Quell- und Lastwiderstand parallel geschaltet, wodurch der Gleichtaktstrom munter fließen kann, nur durch 25 Ohm gebremst. Für die Mantelwellensperre ist extra Kern erforderlich!



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, Balun-Funktionstest

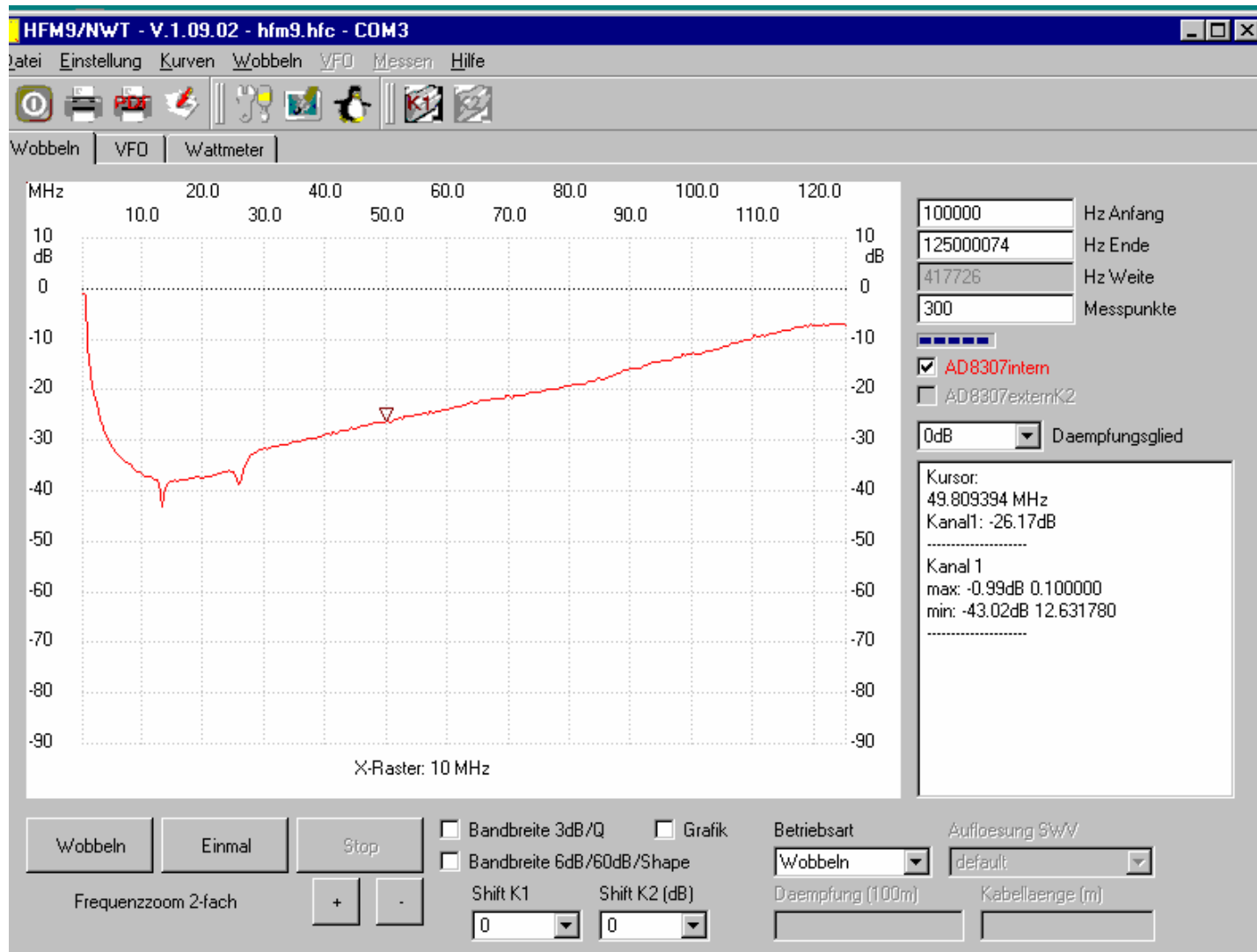
- Funktioniert nicht: Aufbau Jerry Sevick, W2FMI
Auch hier erzeugen die Teilströme keinen Fluss im Kern. Als 1:4
geschaltet jedoch ein vorzüglicher Transformator (Unun)



Fehler in Antennenausführung beseitigen, DG0SA-Balun 1:1, Mantelwellensperre, Drosselwirkung

Erreicht schon bei 3,5 MHz -20dB und wird erst bei 80 MHz wieder schlechter.

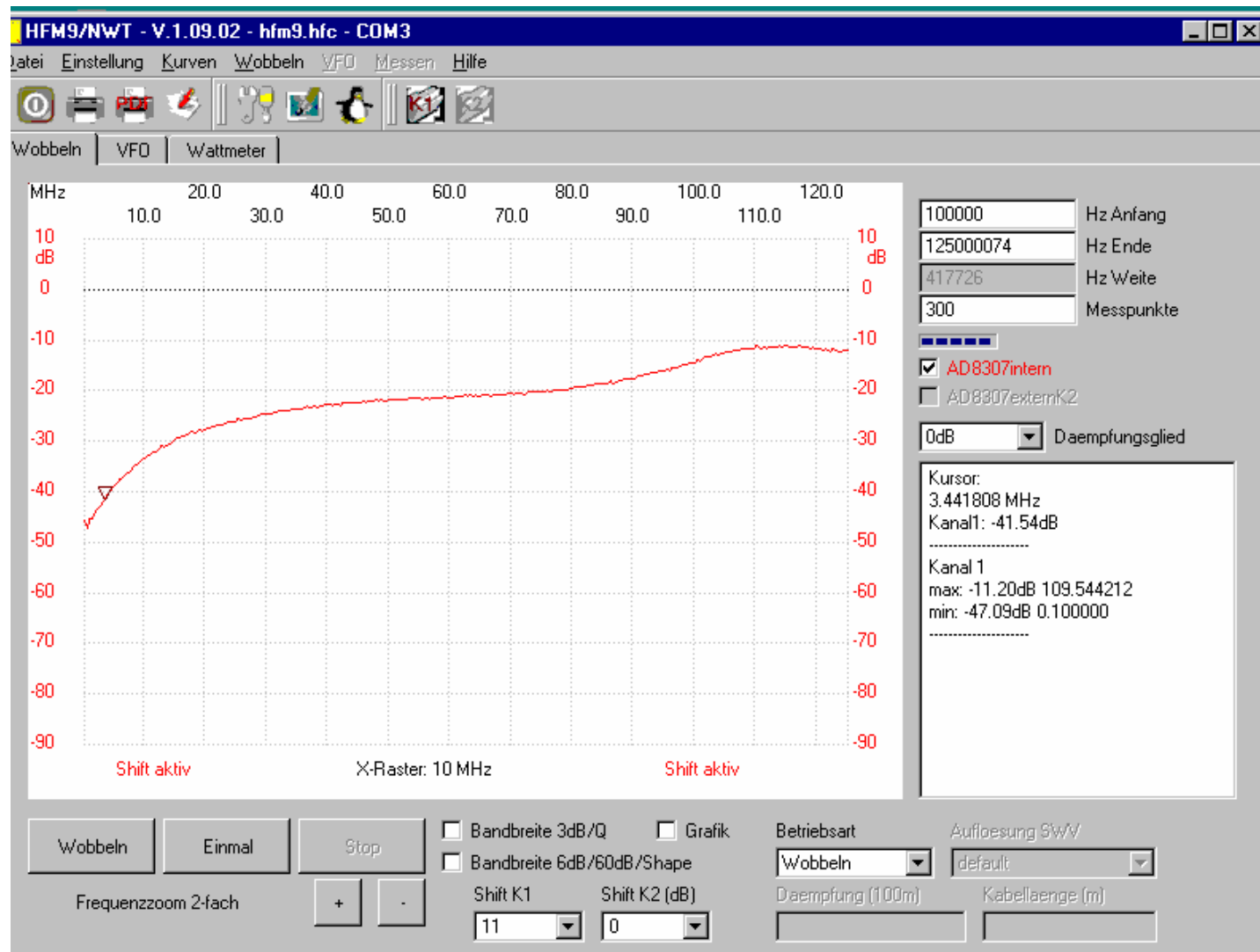
Wichtig: richtiges Kernmaterial, ausreichende Windungszahl



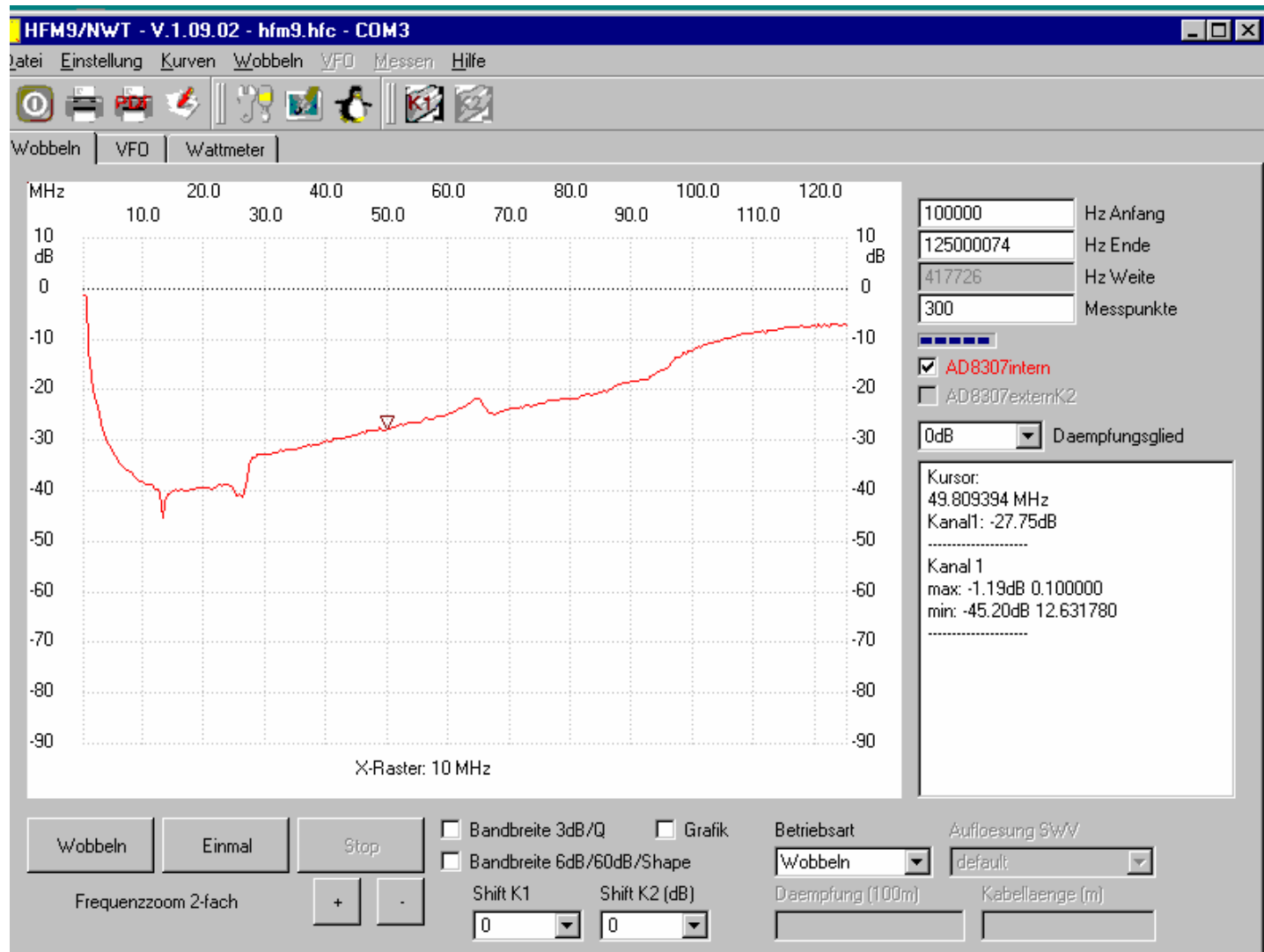
Fehler in Antennenausführung beseitigen,

DG0SA-Balun 1:1, Mantelwellensperre, SWR

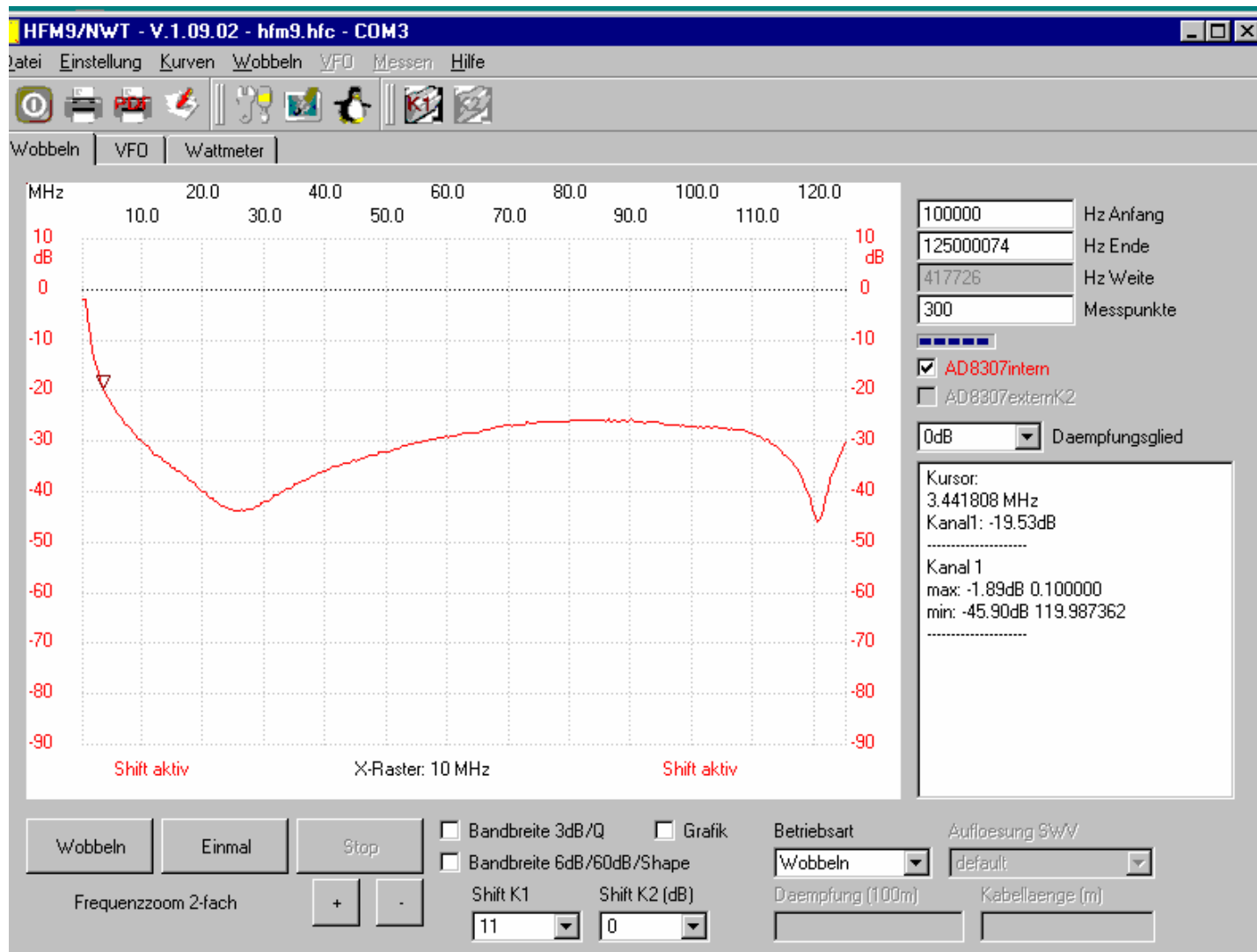
s11=40dB entspricht SWR 1,03 30dB entspricht 1,07 und 20dB entspricht 1,23 (mein Maßstab). Balun hat gutes SWR bis 70 MHz



Fehler in Antennenausführung beseitigen, DG0SA-Balun 1:4, Mantelwellensperre, Drosselwirkung gut von 3,5 MHz bis 80 MHz

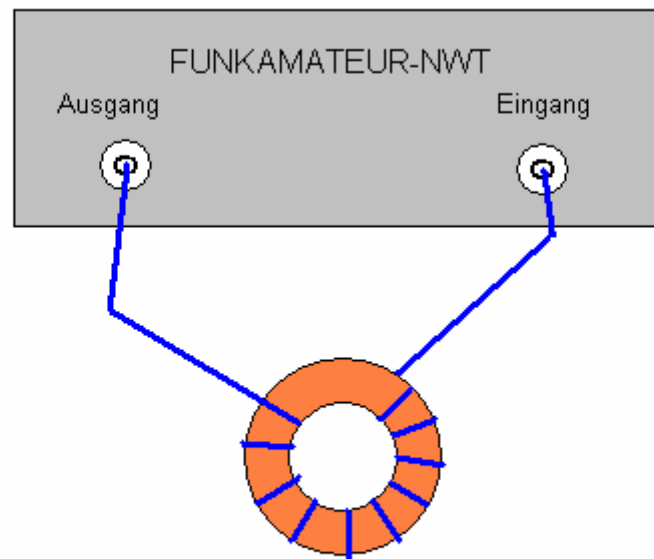


**Fehler in Antennenausführung beseitigen,
DG0SA-Balun 1:4, Mantelwellensperre, Drosselwirkung
gut von 3,5 MHz bis 150 MHz, die Eigenresonanz liegt bei 120 MHz
SWR unter 3,5 MHz zu schlecht, sorry!**



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, Kerntest

- Ist mein Kern für eine Mantelwellensperre geeignet?
Drosselwirkung zwischen der $50\ \Omega$ Quelle und $50\ \Omega$ Last, -20dB entsprechen einer Impedanz von guten $910\ \Omega$ und -30dB einer Impedanz von sehr guten $3\text{K}\Omega$.

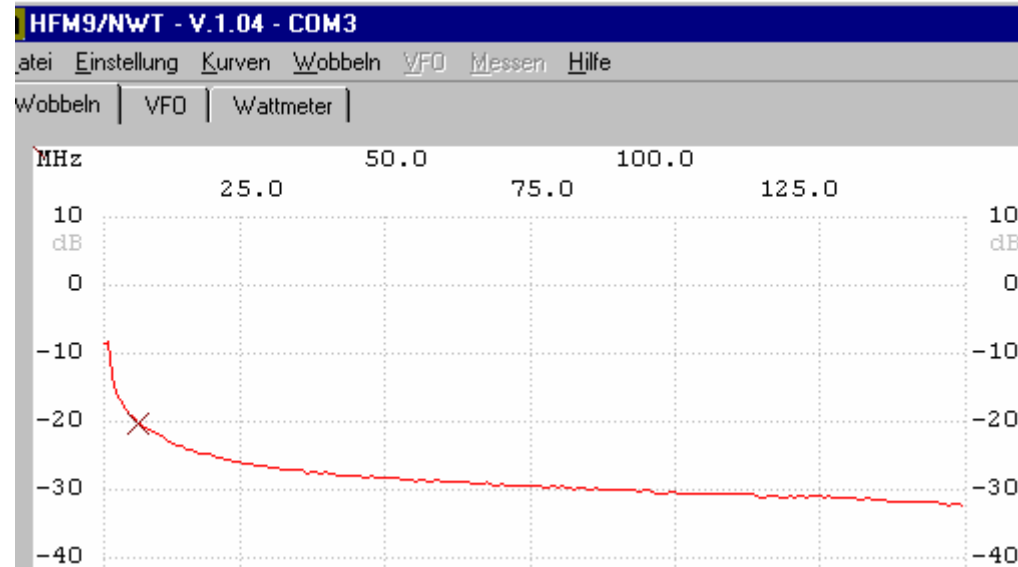


Kerntest: 10 Windungen Klingeldraht aufbringen,
zwischen Ausgang und Eingang des NWT schalten

Fehler in Antennenausführung beseitigen, Kerntest

- 10 Windungen Koax-Leitung auf geeignetem Kern:
hervorragende Kurve!

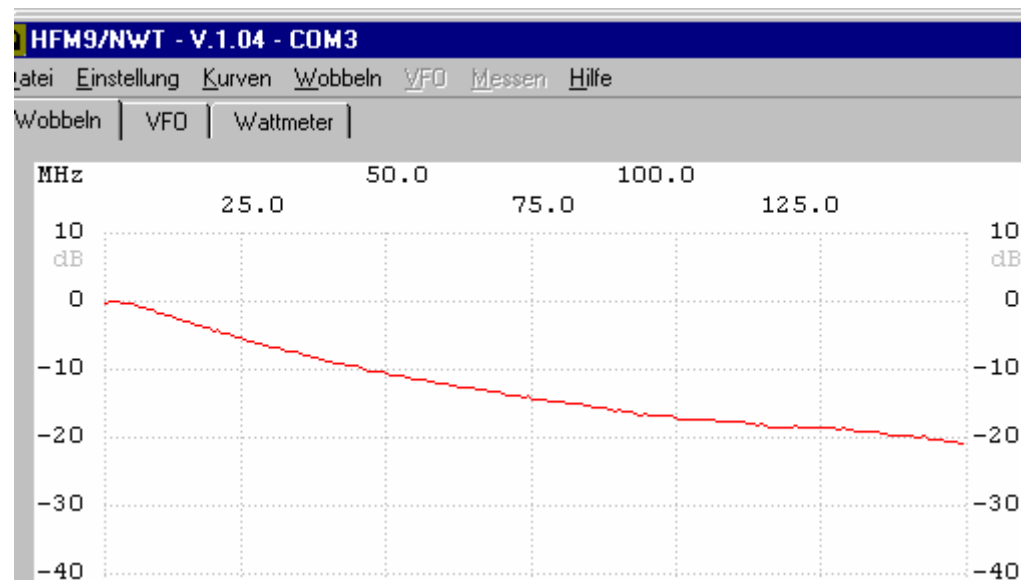
20dB werden bei 5 MHz erreicht, wickelt man doppelt soviel Windungen
Leitung auf den Kern, wird eine vierfach tiefere Frequenz, also 1,25 MHz
erreicht. Der Kern macht auch bei höheren Frequenzen „nicht schlapp“



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Kerntest

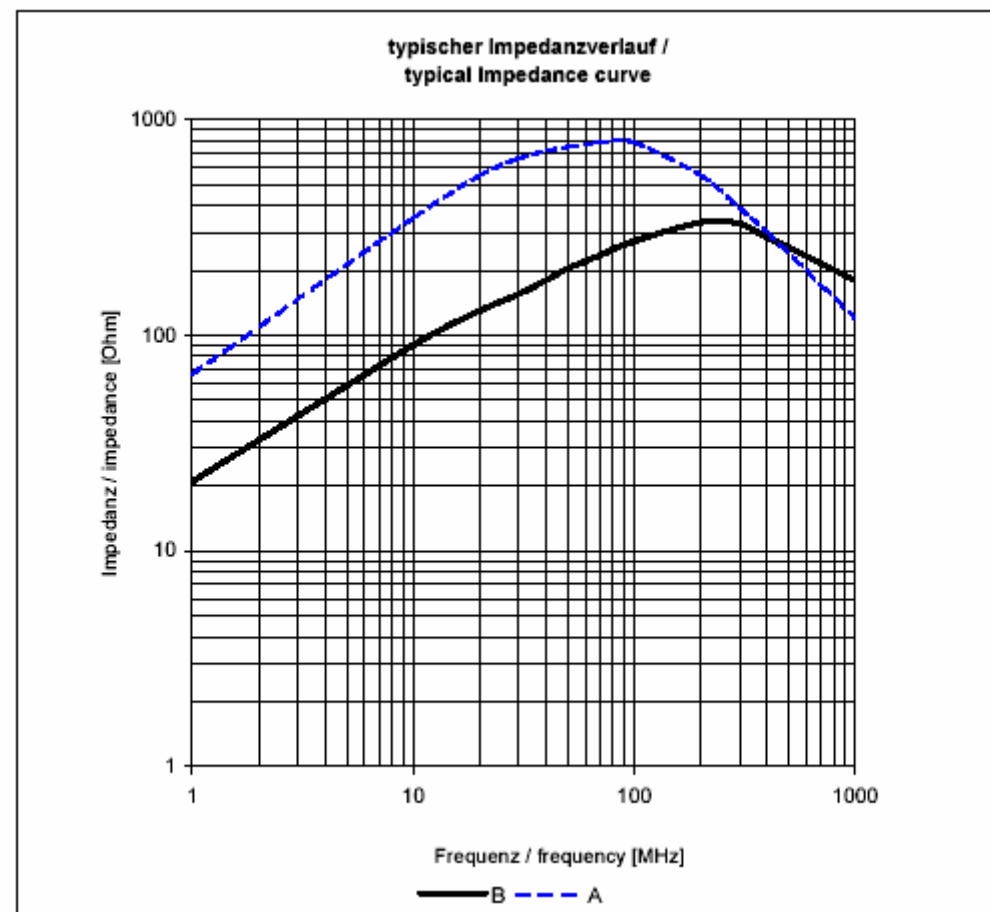
- Pulvereisen als Kern: eher nicht geeignet für Kurzwellen, das sind z.B. die bunten Kerne des Herstellers Micrometals, vertrieben durch AMIDON (TXXX-2 rot, TXXX-6 gelb usw.)

Im Kurzwellenbereich wird die 20 dB-Marke nicht erreicht, was bedeutet, dass Gleichtaktströme kaum gebremst werden. Nicht geeignet für Kurzwellen!



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Kerntest, was ist ein EMV-Ferrit?

- Industrie bietet spezielle NiZn-Ferrite an (z.B. über Würth Elektronik eiSos GmbH Co KG). Jedoch: eine oder zwei Windungen zeigen im Kurzwellenbereich noch nicht genug Wirkung



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Kerntest, was ist ein EMV-Ferrit?

Verlauf des induktiven
Impedanzanteils

99% bei 10 MHz

50% bei 50 MHz

10% bei 100 MHz

Verlauf des Verlustanteils der
Impedanz

1% bei 10 MHz

50% bei 50 MHz

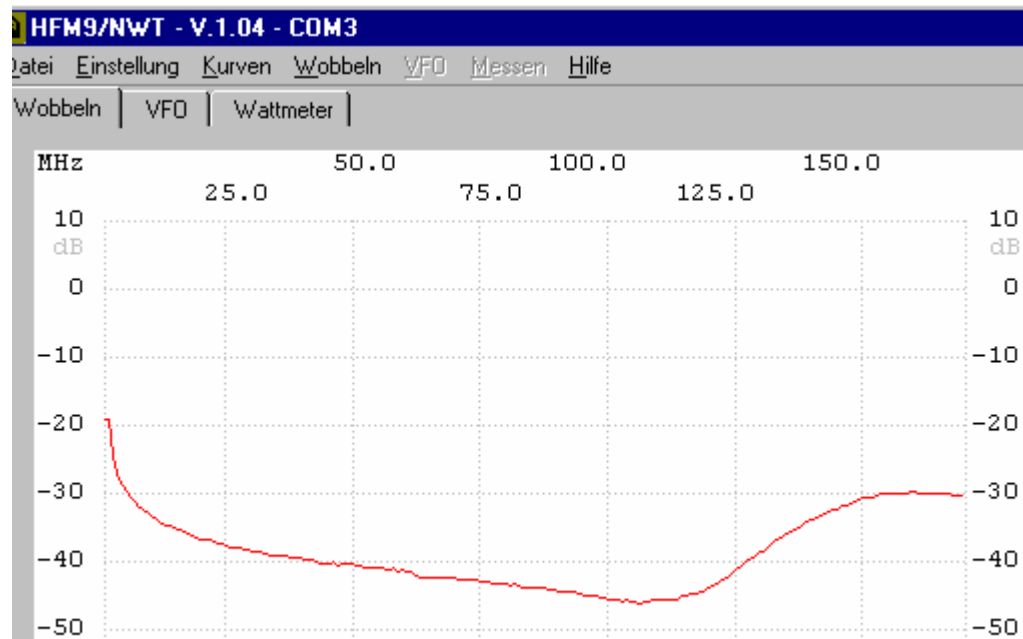
90% bei 100 MHz

FAZIT:

gut für Breitbandübertrager
geeignet, schlecht für
schmalbandige (Resonanz-)
Filter

Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, praktisches Beispiel

- Praktisch aufgebauter 1:6 Balun auf einem Ringkern aus EMV-Ferrit: sehr guter Kurvenverlauf der Drosseldämpfung, auch die Durchlassverluste sind gering
- Balun funktioniert von 1,8 MHz bis 50 MHz!



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, praktisches Beispiel

Besteht aus einem 1:6 Übertrager (1:6 Unun), gewickelt auf einen großen Ferritring aus EMV-Ferrit



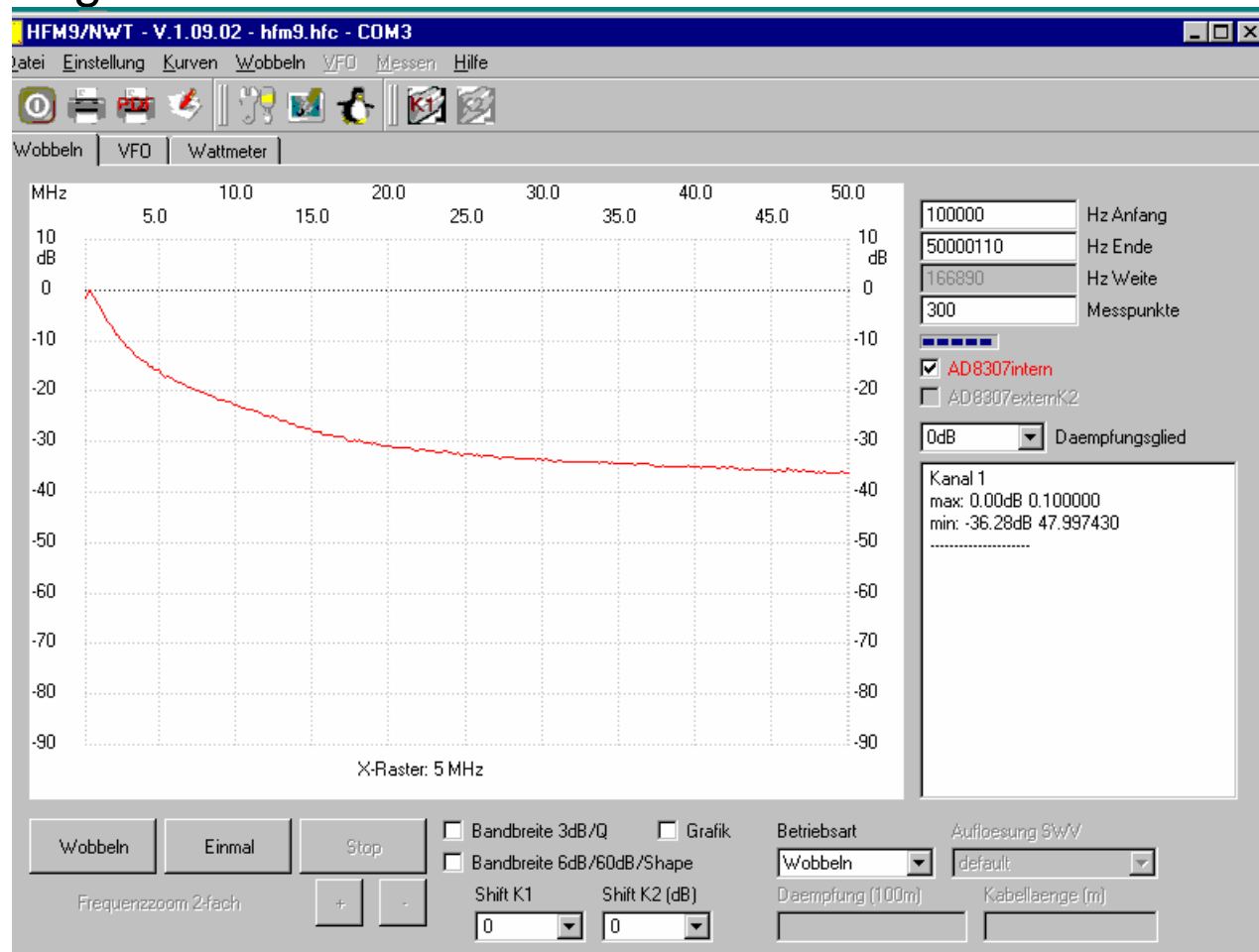
Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, praktisches Beispiel

- ...Und auf Abstand darüber eingebaut eine Mantelwellensperre (1:1 Balun) auf einem zweiten, kleineren Kern aus EMV-Ferrit



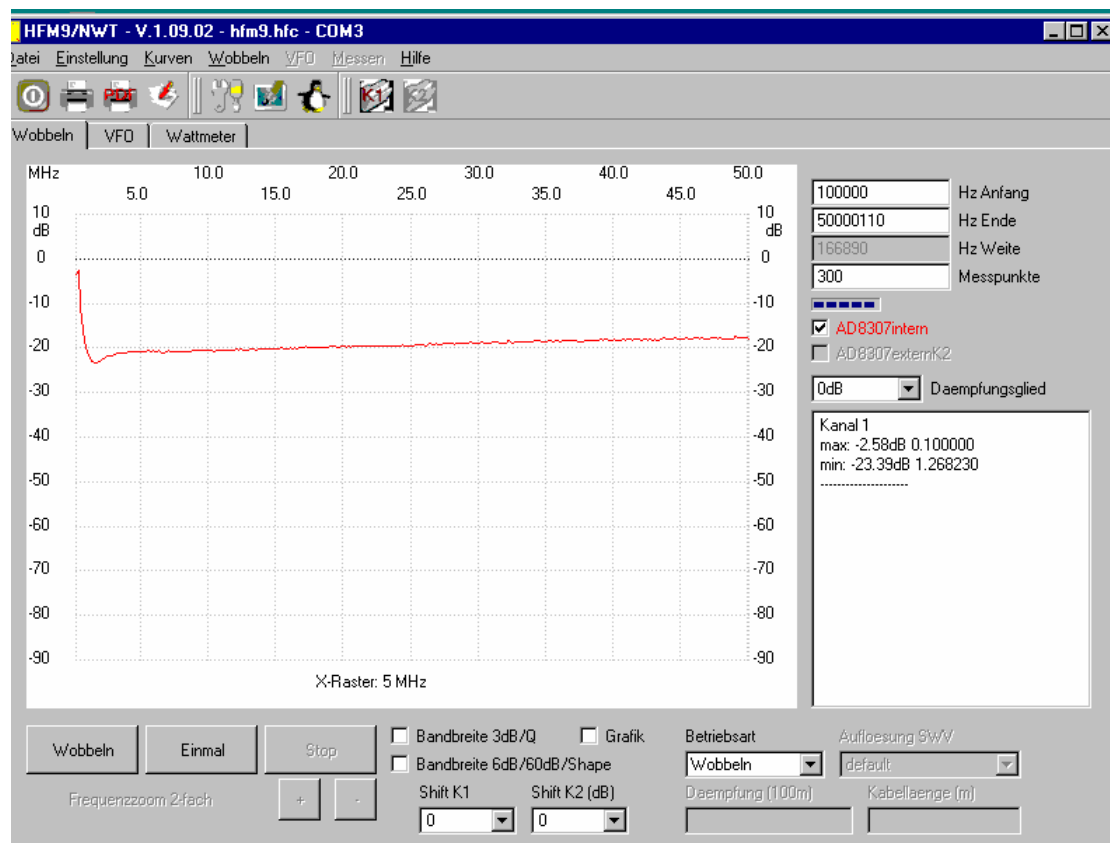
Fehler in Antennenausführung beseitigen, Eignen sich andere Ferrite?

- 4C65 von Ferroxcube, erreicht mit 10 Windungen etwas später als der EMV-Ferritkern die 20 dB Marke, somit sind mehr Windungen erforderlich



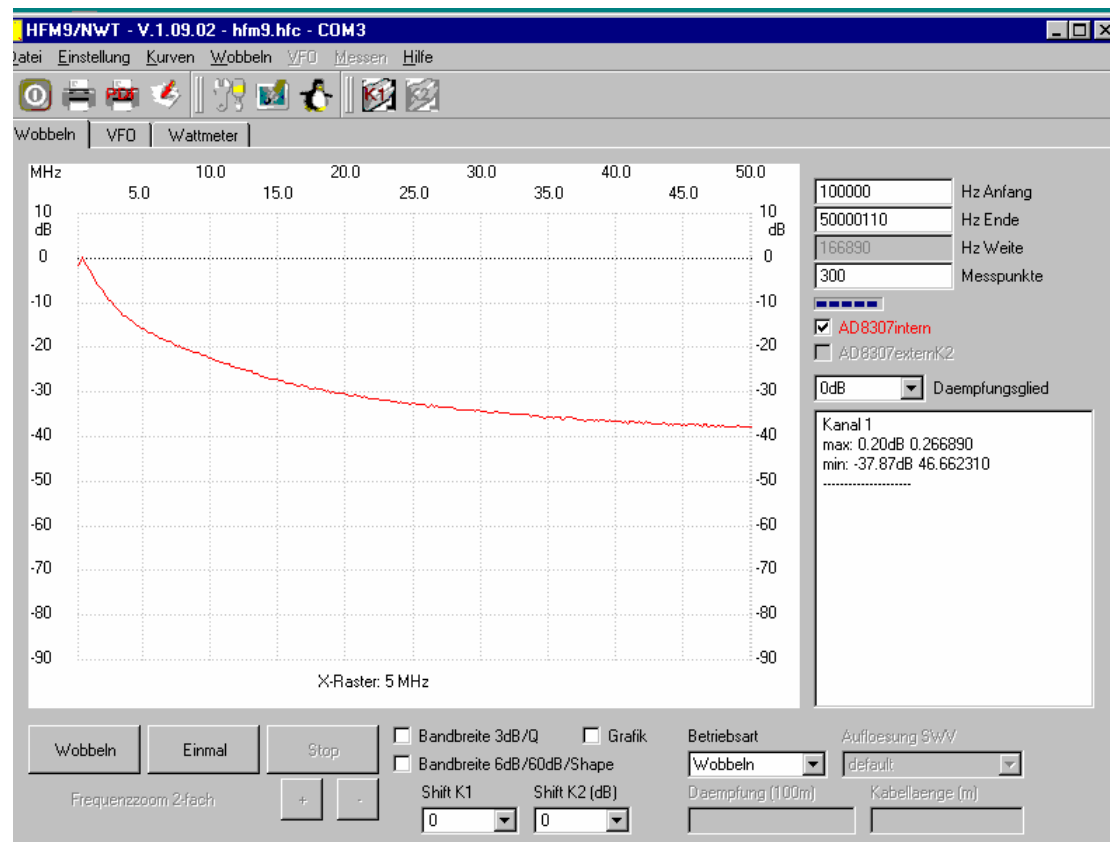
Fehler in Antennenausführung beseitigen, Eignen sich andere Ferrite?

- 77er Material von FairRite, Vertrieb über Amidon (FT xxx-77 Ringkerne), kommt schon bei niedrigen Frequenzen unter die 20dB-Marke, macht dann jedoch etwas schlapp. Besser ist das 43er und 61er Material.



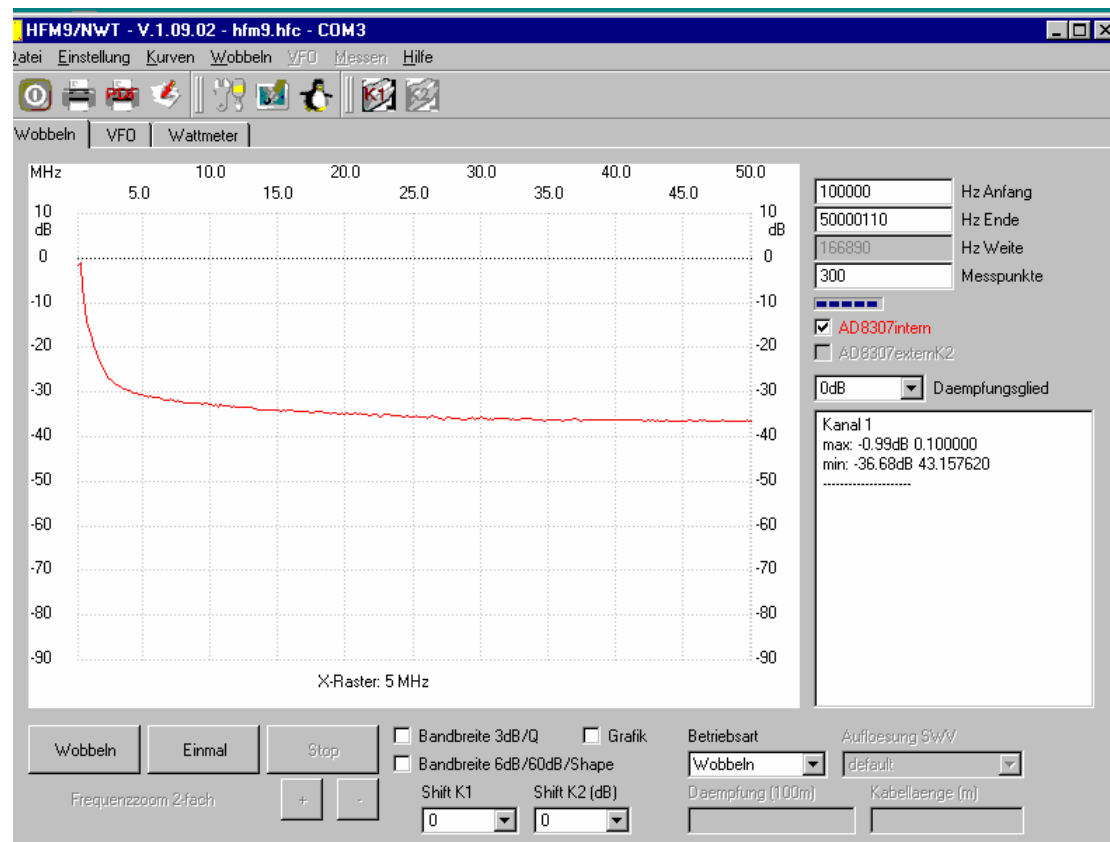
Fehler in Antennenausführung beseitigen, Eignen sich andere Ferrite?

- Manifer 340 (DDR), durchbricht erst bei relativ hohen Frequenzen (8MHz) die 20dB-Marke, macht dann aber auch nicht schlapp. Mehr Windungen erforderlich



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre, zurück zum EMV-Ferrit

- 74270097 von Würth Elektronik, ein preiswerter Ringkern mit 61mm Durchmesser, Bei 1,8 MHz wird 20 dB-Marke durchbrochen und bei 4 MHz die 30dB-Marke. Kein „Schlappmachen“ bis 50 MHz



Fehler in Antennenausführung beseitigen,

Ist was an meiner Mantelwellensperre faul?

Test mit Amateurmitteln

- SWR ändert sich, wenn Koaxialkabel bewegt wird
- SWR ändert sich, wenn Koaxialkabel verlängert wird
- SWR ändert sich, wenn man das Koaxialkabel mit der Hand umschließt
- SWR ändert sich, wenn die Station geerdet wird
- Heiße Lippen

Mantelwellensperrentest:

- Sperre an RX anschließen
- Ohne Antenne Empfang Null
- Ein „Bein“ der Antenne anschließen: guter Empfang? Dann nur Dank der äußeren Seite des Außenleiters des Koaxialkabels, der Gehäuseoberfläche des RX, der Netzzuleitung, der Hausinstallation, das Ganze wirkt als zweite Dipolhälfte („Gegengewicht“) **und fängt den Störmüll ein**
- **Test nicht bestanden**

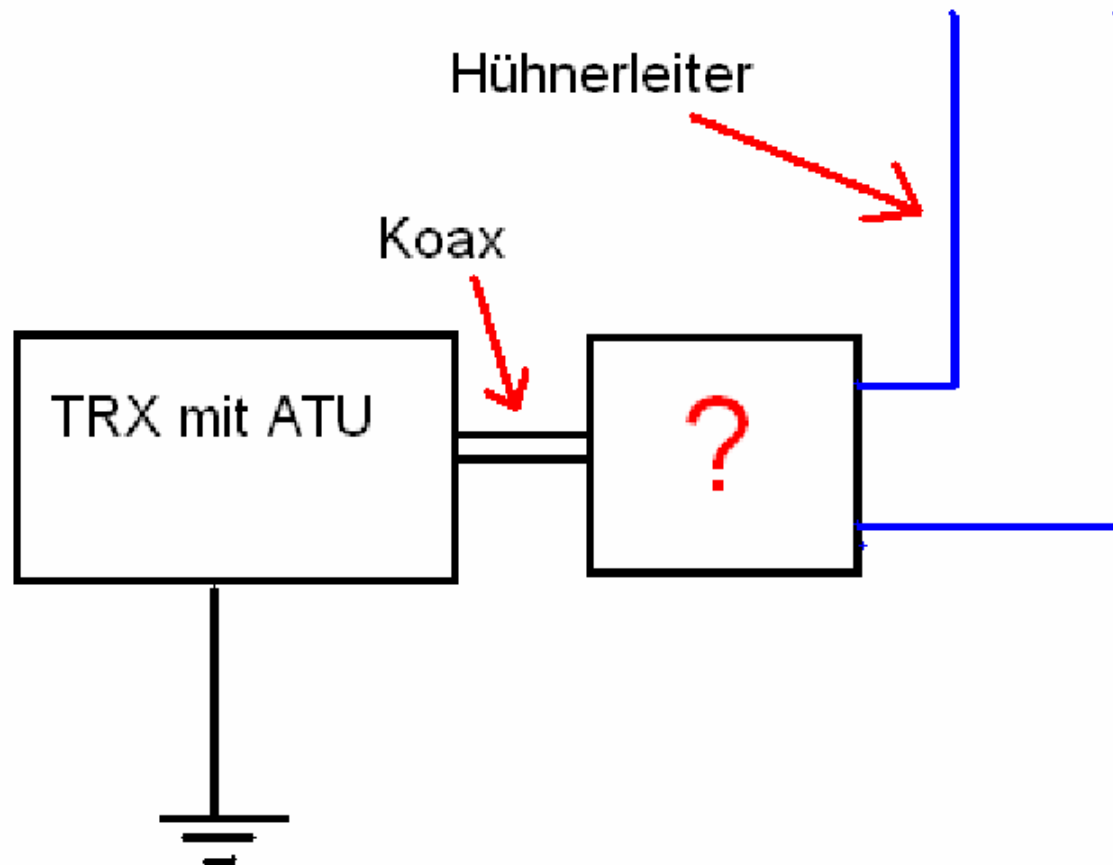
Fehler in Antennenausführung beseitigen, Einbauort Mantelwellensperre mit definierten Impedanzen, z.B. ein Balun 1:1 für 50 Ω

- Zwischen Transceiver und Antennentuner ist der beste Ort
(Mehrbandantennen)
- An beliebiger Stelle der Antennenzuleitung geht nur, wenn der Antennenspeisepunkt und die Leitung 50 Ω Impedanz haben
- Am Übergang zwischen Koaxialkabel und symmetrischer Leitung bzw. Dipol
(Einbandantennen)

Dieser Balun „muss seine Impedanzen sehen“!

Fehler in Antennenausführung beseitigen, Einbauort Mantelwellensperre für nicht definierten Impedanzen

- Wenn „durch den Balun hindurch“ abgestimmt wird



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre für nicht definierten Impedanzen

- Merke: bei einer Mehrbandantenne liegen am Ende einer Hühnerleiter **alle möglichen Werte an, fast nie jedoch 600 Ohm**
- Verwende deshalb eher einen **Balun 1:1**, als solche, die auch transformieren (1:4, 1:6, 1:9, 1:12)

Eine Hühnerleiter wird deshalb eingesetzt, weil sie gegenüber Koaxialkabel eine geringere Dämpfung aufweist. Die Verluste bei der Transformation der Impedanz des Antennenspeisepunktes auf den Senderausgang bleiben deshalb gering. Dass die Hühnerleiter 600 Ω hat ist eher zufällig, nicht so entscheidend. **ABER:** $\lambda/2$ Längen transformieren nicht. $\lambda/4$ dagegen z.B. 50 Ohm von der Antenne auf 7K Ω !

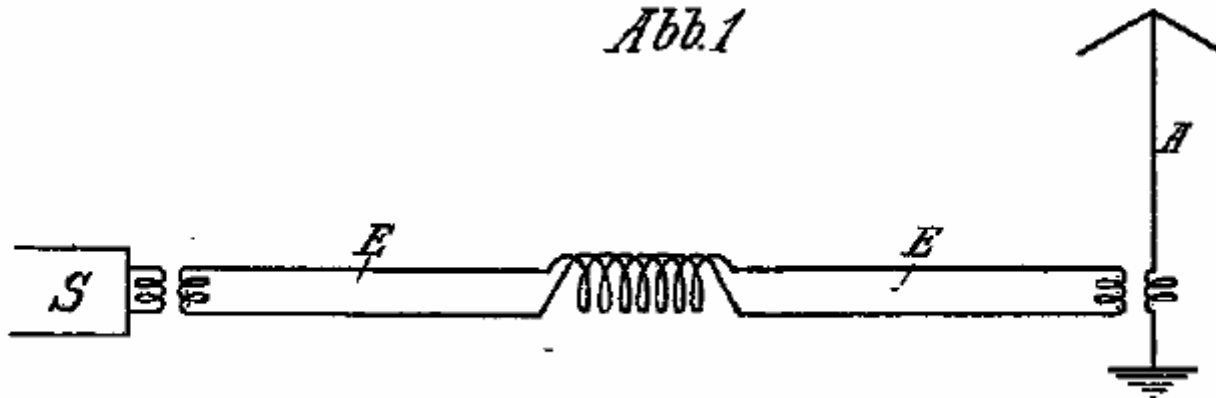
Vermeide deshalb $\lambda/4$, $\lambda 3/4$, $\lambda 5/4$ usw.

Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre für NICHT definierten Impedanzen wer hat's erfunden, die Schweizer?

- Der Deutsche Dr. Felix Gerth beschrieb in seinem Patent vom 2.2.1934 eine spulenförmige Anordnung als „Mittel....., durch welche gegenphasige Ströme in den parallelen Leitern ungehindert fließen können, gleichphasige jedoch gehindert werden“

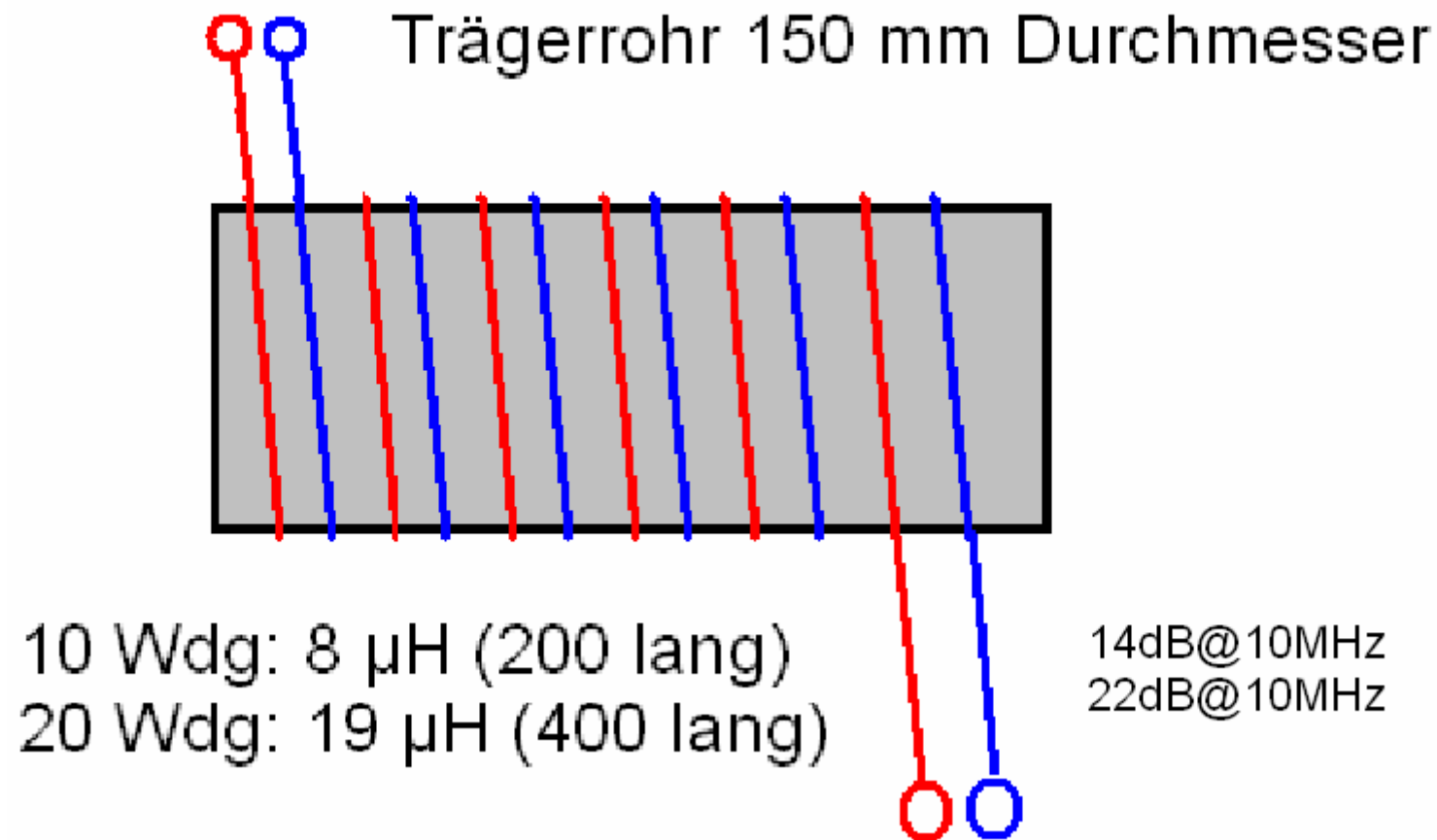
Zu der Patentschrift 592 184
Kl. 21a⁴ Gr. 46⁰⁸

Abb.1



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre für NICHT definierten Impedanzen

- Baumarkt bringt es für ein paar Euro



Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre für NICHT definierten Impedanzen, Einsatz von Pulvereisenkernen der Firma Micrometals,

„man kann für mehr Geld auch viel weniger erreichen“

• 10 Windungen

- T200-2 1 μH (5 €)
- T200A-2 2 μH
- T225-2 1 μH
- T225A-2 2 μH
- T300-2 1 μH
- T400-2 2 μH
- T400A-2 4 μH
- T520-2 2 μH (55 €)

• 20 Windungen

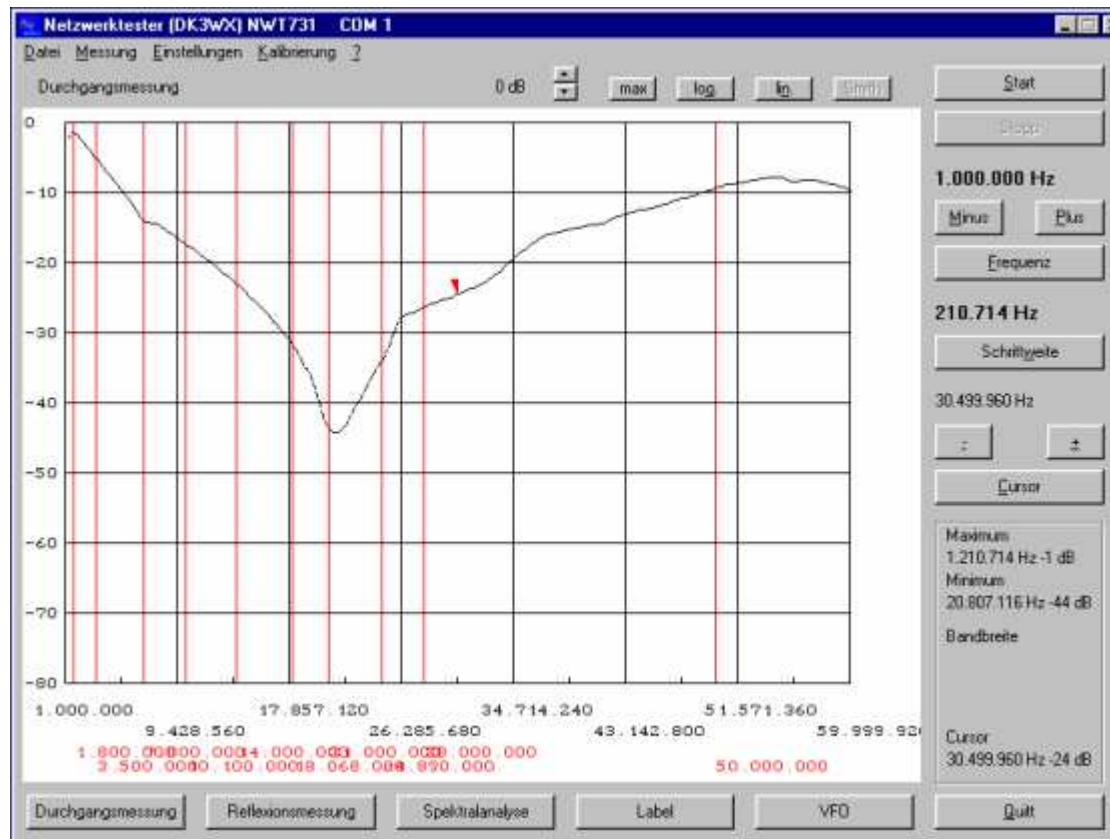
- T200-2 5 μH
- T200A-2 9 μH
- T225-2 5 μH
- T225A-2 9 μH
- T300-2 5 μH
- T400-2 7 μH
- T400A-2 14 μH
- T520-2 8 μH

Fehler in Antennenausführung beseitigen, Balun, Mantelwellensperre für NICHT definierten Impedanzen

- Gleichtaktströme soll der Balun sperren
- Gegentaktströme soll der Balun ungehindert hindurchlassen
- Vorsicht vor Kernsättigung! Hinter dem ATU liegen bei zu kurzen Antennen sehr hohe Spannungen an. Den Balun 1:1 „juckt das nicht“. Aber beim Balun 1:4 kommt es zum Fluss im Kern durch den Gegentaktstrom. Der Balun 1:4 hat hinter dem ATU nichts zu suchen!!!!

Fehler in Antennenausführung beseitigen, Mantelwellensperre mit NICHT definierten Impedanzen, Koaxialkabeldrosseln, Zweidrahtleitungsdrosseln

- Mit Kabelbindern zusammen gebunden wird der „gute Bereich“ nur noch 10 MHz bis 34 MHz. 10 MHz ist wenig. Wenn statt 10 Windungen 25 Windungen sauber nebeneinander aufgewickelt werden, so geht es ab 1,6 MHz gut, vielleicht hoch bis 30 MHz.

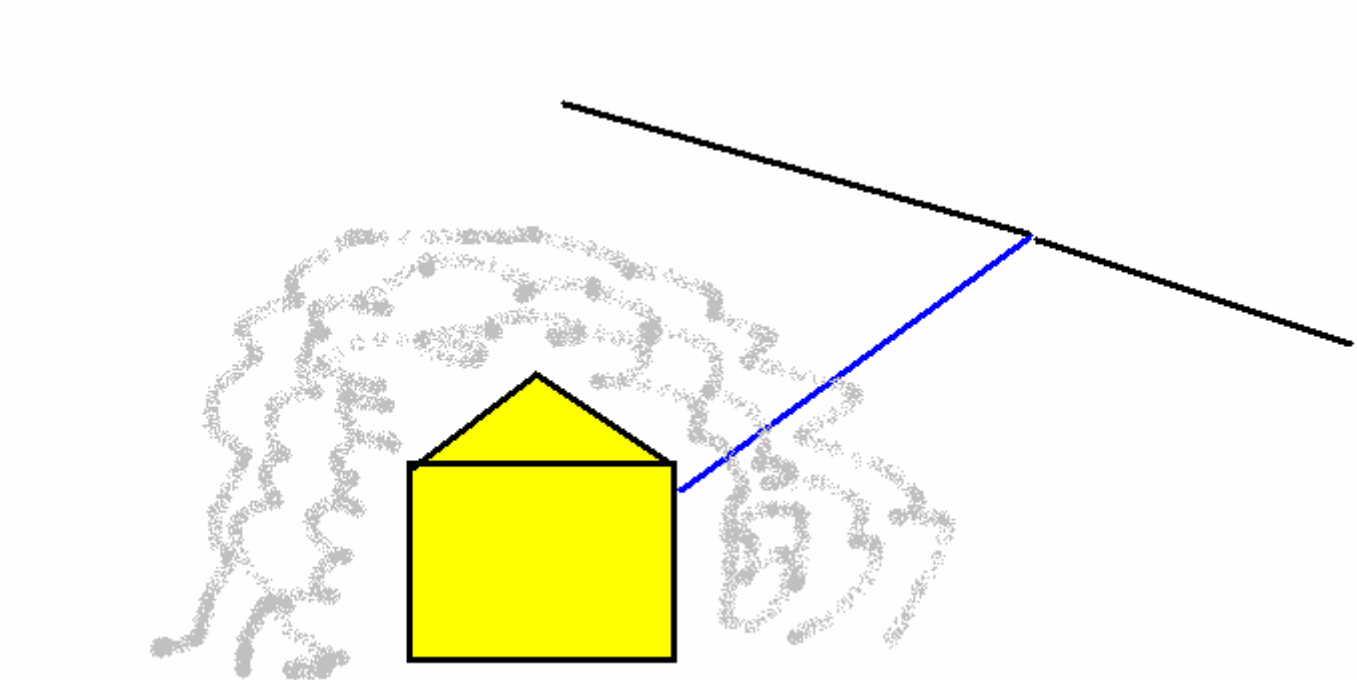


2. Problemfeld

- Geräte, die stören oder gestört werden

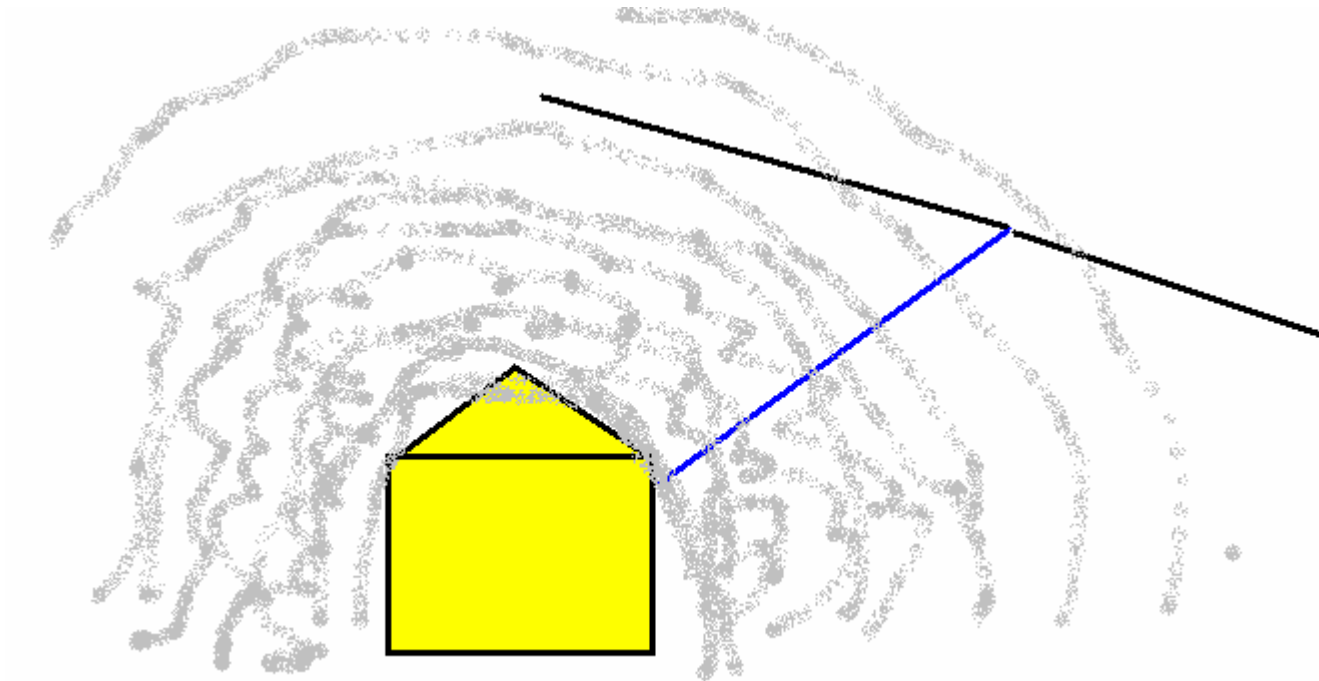
Fehler in der Geräteausführung beseitigen

- Antenne hängt hoch und frei.....



Fehler in der Geräteausführung beseitigen

- und empfängt Störungen bzw. es werden Geräte gestört



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, globalisierte Ahnungslosigkeit?

- EMV-Richtlinie 89/336/EWG
- Seit 1. Januar 1998 Pflicht für alle Hersteller elektrischer Geräte
- Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung (Conformite Europeenne)
- Können Chinesen Französisch? Eher nicht. CE bedeutet wohl „Chinesischer Export“

Auch in Katalogen deutscher Anbieter bemerkt man Ahnungslosigkeit. Der Funkamateurliebling sollte sich also nicht grämen, wenn er die EMV-Problematik noch nicht beherrscht, er steht da nicht allein. Es ist aber der eigene Anspruch an unsere Tätigkeit welcher uns veranlasst, unsere Ahnungslosigkeit zu überwinden

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Empfänger mit S9+ zugemüllt

Einzigste Lösung:
Entstörung der
häuslichen Geräte
gegen Einstrahlung
oder Abstrahlung

Frage: wie kommen
die Störungen aus
dem Gerät heraus
(Emission) oder
hinein (Immunität)?

Drei Möglichkeiten:

- Ausbreitung der Störung durch Gleichtaktströme
- Ausbreitung der Störung durch Gegentaktströme
- Ausbreitung der Störung durch Ein- bzw. Abstrahlung

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Ausbreitung über Anschlusskabel

- Verdächtig ist **jedes Kabel, jede Leitung**, die aus dem Gerät führt (LSI = leitungsgebundene Störimmunität, LE = leitungsgebundene Emission))
- Zusammen mit weiteren angeschlossenen Geräten und dem „Netz“ können effektive Strahler gebildet werden
- Das Gerät selbst strahlt auch, aber auf Grund seiner geometrischen Größe eher auf höheren Frequenzen, aber wer möchte schon seinen Fernseher allseitig mit Blechkiste abschirmen? (GSI = strahlungsgebundene Störimmunität, GE = strahlungsgebundene Emission)

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Ausbreitung über Strahlung

Abschirmung gegen Ein- und Abstrahlung

- Blechgehäuse
- Innen mit Aluminiumfolie bekleben
- Spray für Kunststoffe: EMV 35 (19,85 €)
- Faradayscher Käfig

Wer möchte seinen Fernseher schon in eine Blechkiste stecken oder mit einem Spray innen besprühen? Ob das EMV 35 was nutzt? Oder Kückendraht um die teure Stereoanlage?

Deshalb: zuerst wird die leitungsgebundene Störung beseitigt, erst danach die gestrahlte (direkt ausgehend vom störenden Gerät)

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, leitungsgebundene Störung

- Gleichtaktentstörung

die Maßnahme gegen die Strahlung einer Leitung im Zusammenwirken mit einer Erde, einem Gegengewicht oder einem weiteren langen Draht

Zuerst wird versucht, die Gleichtaktentstörung durchzuführen, was mit EMV-Ferriten leicht möglich ist

- Gegentaktentstörung

die Maßnahme gegen die Übertragung einer Störung auf der Leitung. Hier z.B. auf dem Netzanschlusskabel, das dann die Störenergie irgendwohin leitet, wo sie keiner braucht, wo sie entweder in Geräten zu Problemen führt oder einen Draht findet, der als Antenne wirkt.

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, leitungsgebundene Störung

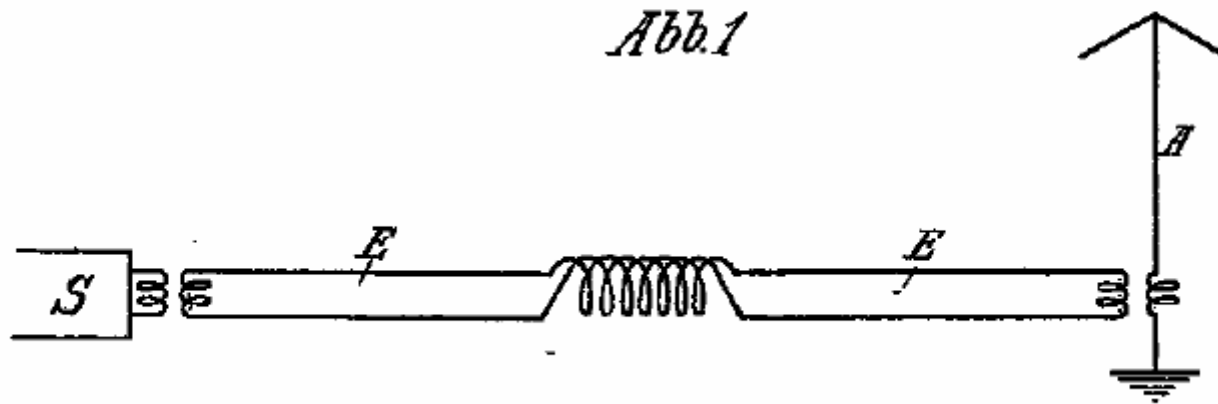
- Das klassische Beispiel: die Haustürklingel

Frage: Warum hat Opa immer die Klingelleitung
einen halben Meter länger gemacht und **dann**
um den Bleistift gewickelt?

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, leitungsggebundene Störung

- Dr Felix Gerth beschrieb in seinem Patent vom 2.2.1934 eine Anordnung als „Mittel....., durch welche gegenphasige Ströme in den parallelen Leitern ungehindert fließen können, gleichphasige jedoch gehindert werden“ Kannte Opa dieses Patent? Oder kannte Dr. Gerth den Opa?

Zu der Patentschrift 592 184
Kl. 21a⁴ Gr. 46⁰⁸



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Leitung einige Windungen auf speziellen EMV-Ferritring aufwickeln, ist für alle Leitungen geeignet, egal, was innen übertragen wird

Anbieter z.B. Würth-Elektronik-eiSos

Internet: www.we-online.de

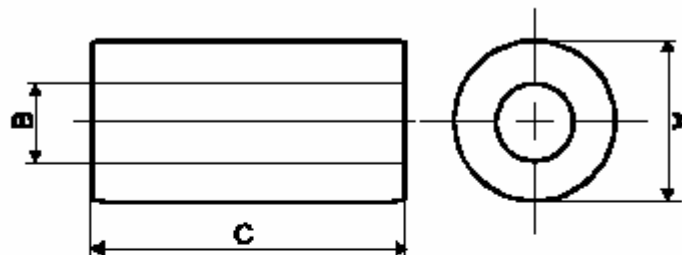
(Alle Angaben zu Produkten dieses Anbieters stammen von dessen Internetseite)



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- 74270097 preiswerter großer Ringkern mit 60 mm Außendurchmesser

A Mechanische Abmessungen / dimensions:



A	61,0 +0 -3,5	mm
B	35,5 +0 -2,0	mm
C	12,7 ± 0,4	mm

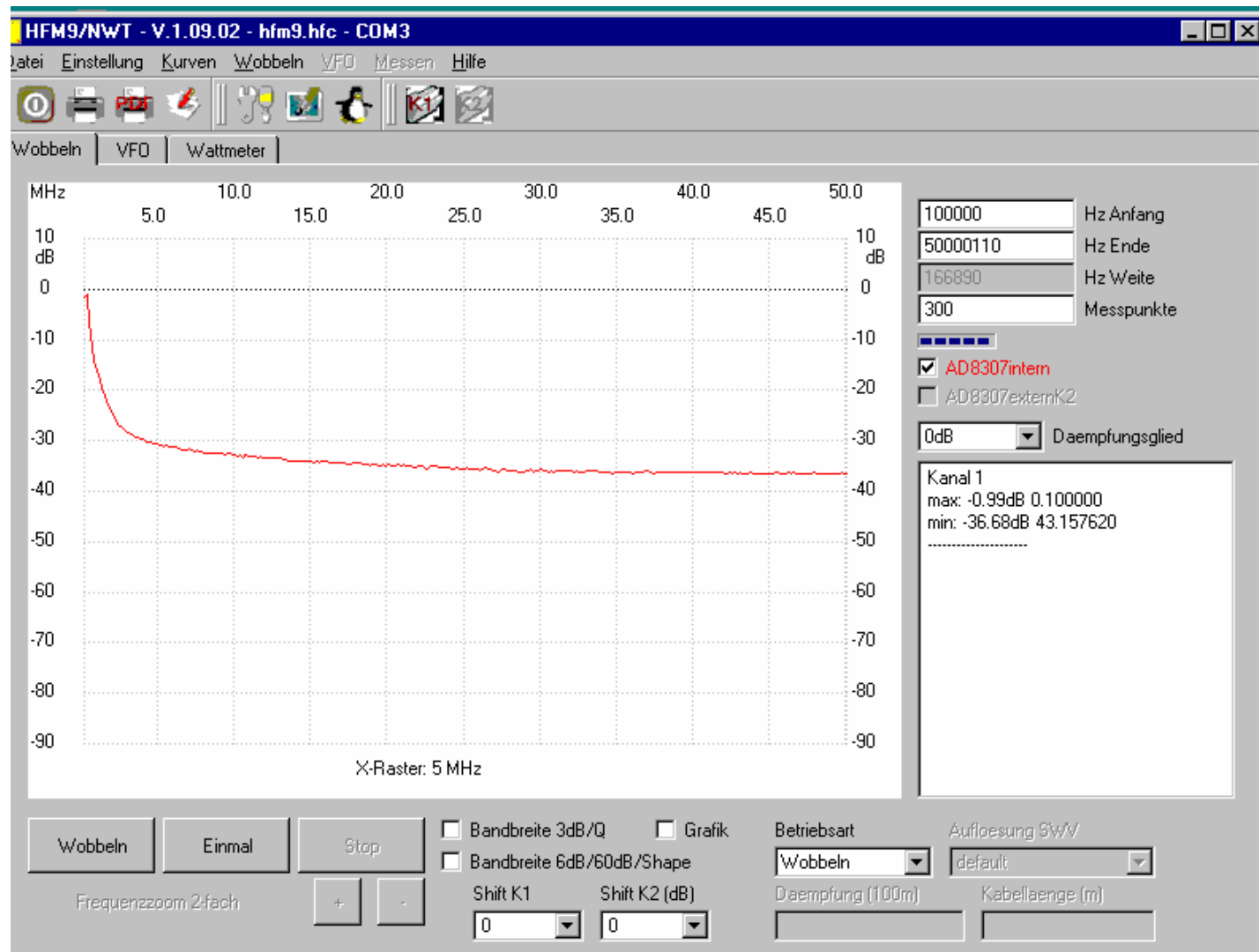
B Elektrische Eigenschaften / electrical properties:

Eigenschaften / properties	Testbedingungen / test conditions		Wert / value	Einheit / unit	Tol.
Impedanz @ 1 Wg./ impedance @ 1 turn	25 MHz	Z	64	Ω	± 25%
Impedanz @ 1 Wg./ impedance @ 1 turn	100 MHz	Z	133	Ω	± 25%
Impedanz @ 2 Wg./ impedance @ 2 turn	25 MHz	Z	323	Ω	typ.
Impedanz @ 2 Wg./ impedance @ 2 turn	100 MHz	Z	680	Ω	typ.

C

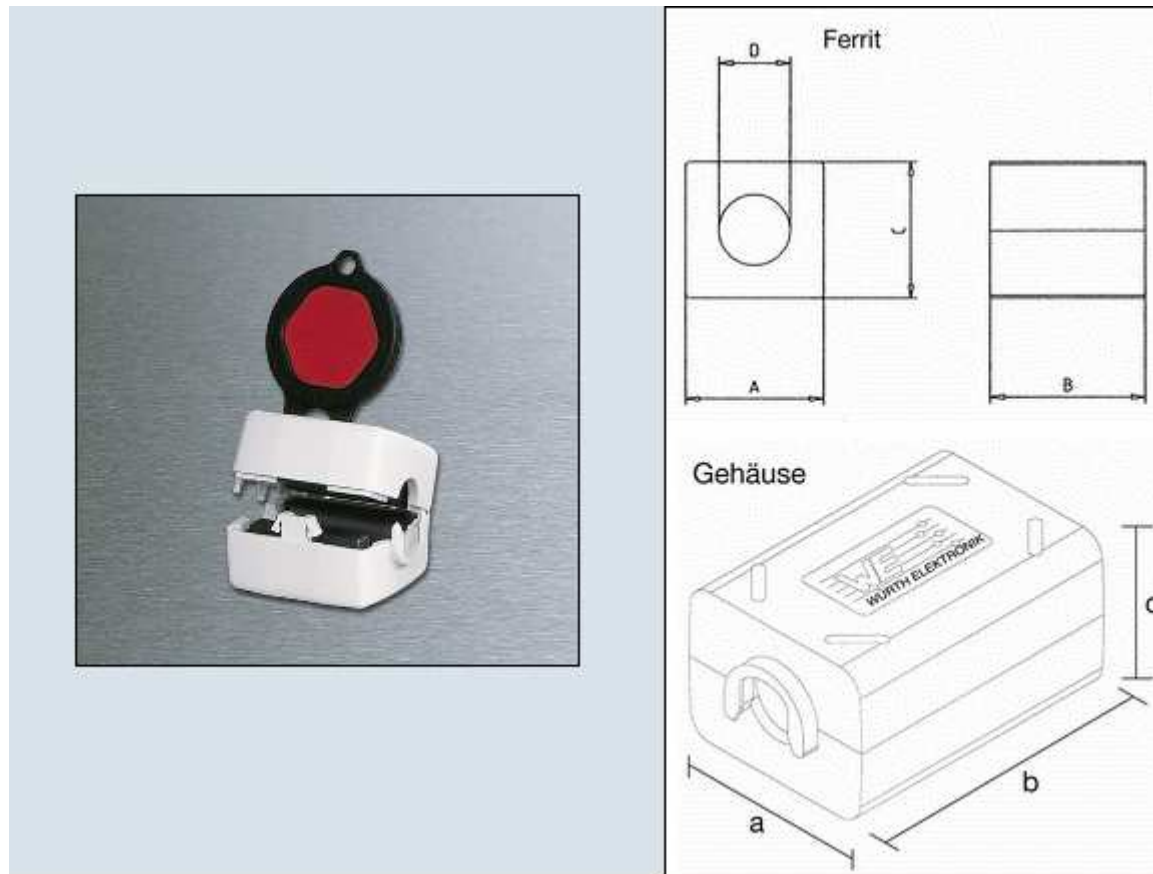


Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Dämpfungskurve 74270097



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

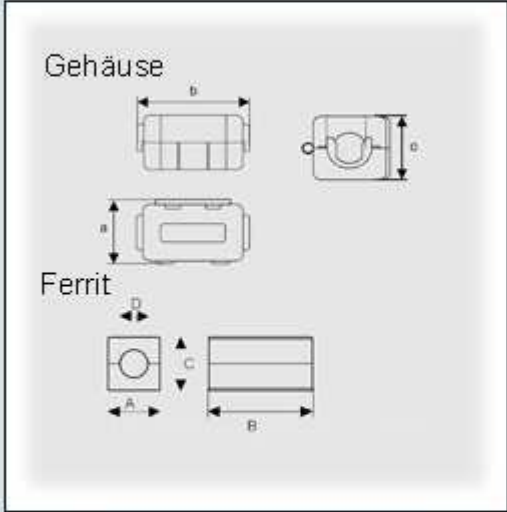

- Klappferrite (hier STAR-TEC), ebenfalls für alle Leitungen geeignet, Wirkung aber nur eingeschränkt, 3-5 Windungen für Kurzweile mindestens erforderlich. Diese Sorte Klappferrit lässt sich mit einem Schlüssel wieder öffnen



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Klappferrit mit definiertem Luftspalt. Für Kurzwelle nicht geeignet. Durch den Luftspalt sinkt die Drosselwirkung. Der Kern gerät zwar viel später in die Sättigung, aber unsere Störungen sind ja eher klein.

STAR-GAP - Klappferrit mit definiertem Luftspalt



Gehäuse

Ferrit

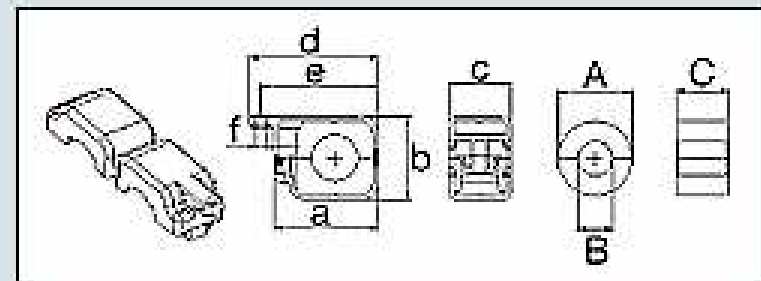
Wertangaben in inch

Bauteil	a (mm)	b (mm)	c (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
<u>74271633S</u>	22.5	35.0	19.3	16.0	28.0	16.0	9.0
<u>74271622S</u>	31.5	35.0	28.3	25.0	28.0	25.0	13.0

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Kann mit einem Schlüssel wieder vom Kabel gelöst werden. Gute Lösung für Kabel mit dicken Steckern (z.B. Scartkabel) Wähle den größten Typ und dann so viele Windungen wie möglich aufbringen

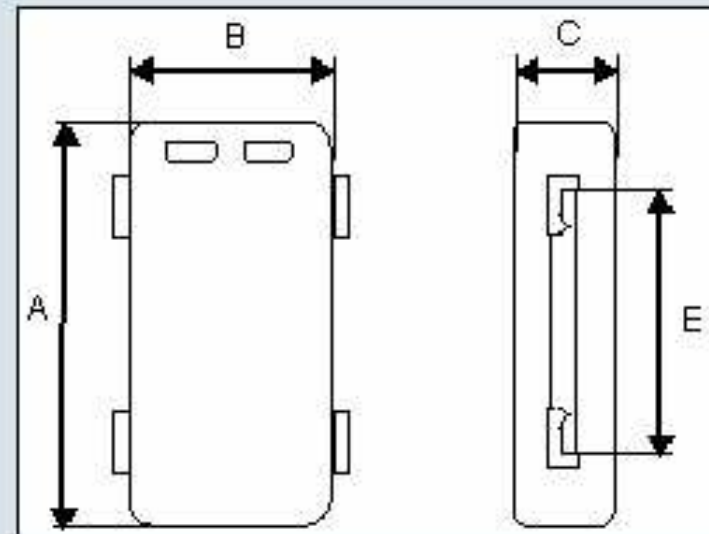
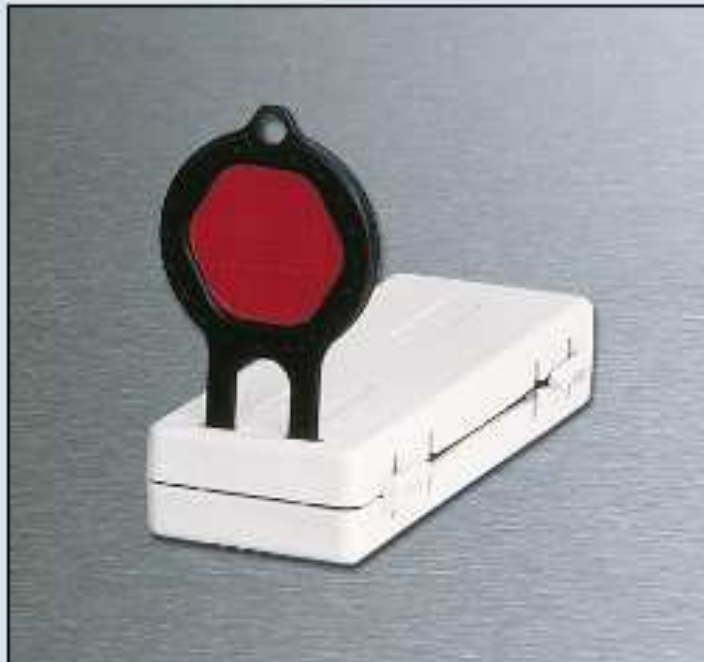
STAR-RING mit Schlüsseltechnologie



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Für Signalleitungen von Computern einsetzbar, mehrere Windungen aufbringen sieht zwar nicht schön aus, bringt aber bei Kurzwelle erst den gewünschten Erfolg

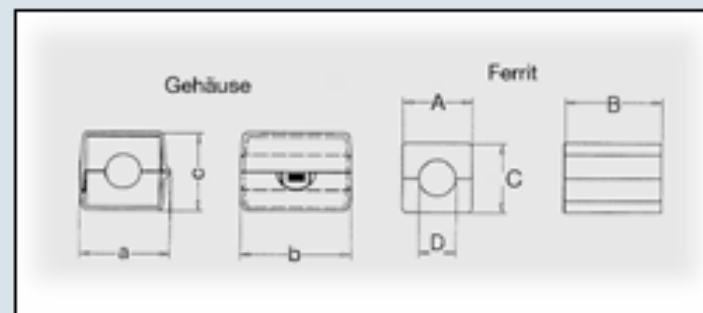
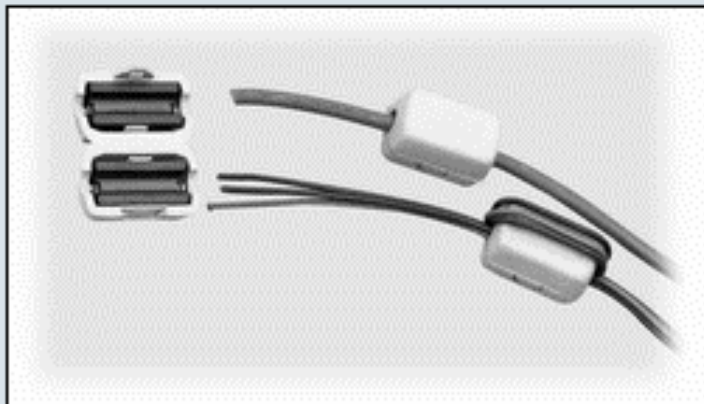
STAR-FLAT mit Schlüsseltechnologie



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Klappferrit mit Sicherheitsverschluss: einmal drauf, nie mehr ab.
Größtes Modell wählen und die Leitung mit soviel Windungen draufwickeln, dass der Klappferrit gerade noch ohne Druck zu schließen ist. Mindestens 3 Windungen, besser 5 und mehr.

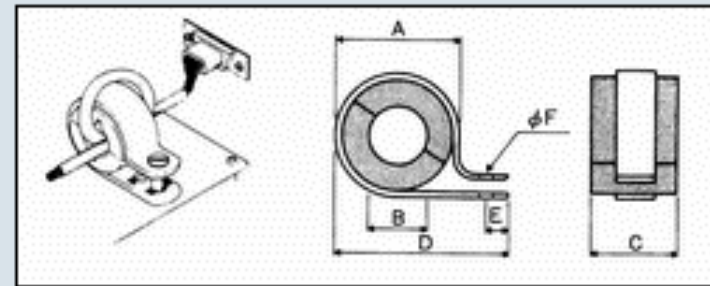
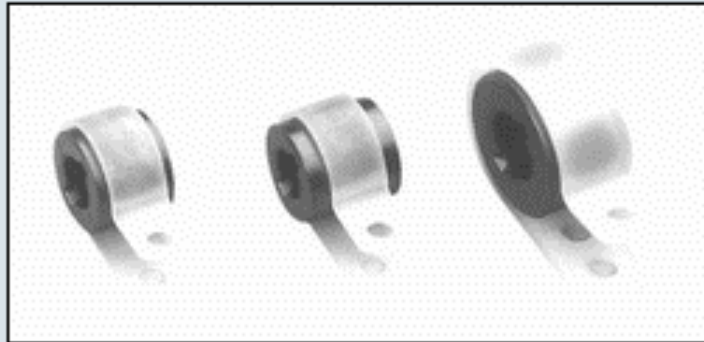
Ferrit-Hülsen mit Kunststoffgehäuse



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Geteilter Ferrit, der sich bei Kabeln mit Steckern anbietet. Durch das größte Modell mit 27 mm Innendurchmesser lassen sich schon einige Windungen z.B. RG58 oder Netzleitung ziehen. Für Montage im Gerät empfohlen.

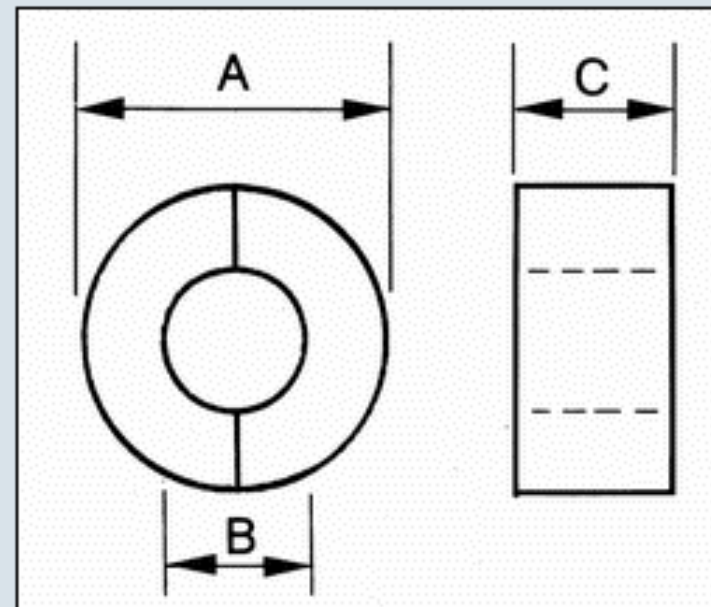
Ferritringe mit Nylonhalter



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Für Entstörmaßnahmen, wo es auf Schönheit nicht so ankommt. Kabel zu einem Bündel fassen (5 Windungen, Radius spielt keine Rolle), Kern anlegen und mit Nylonstraps zusammenziehen

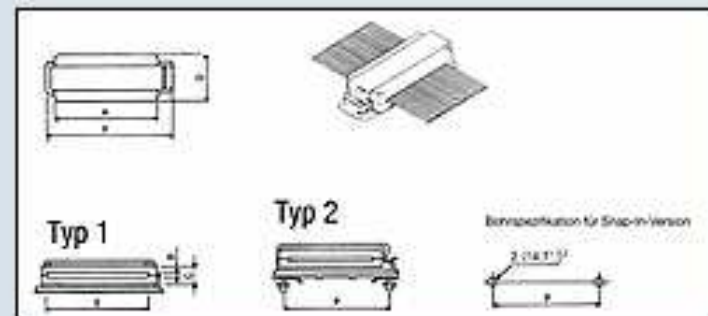
Geteilte Ferritrings



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Für Datenleitungen vorgesehen. Im PC spielt Schönheit keine Rolle, mehrfach durchziehen bringt erst Wirkung im KW-Bereich.

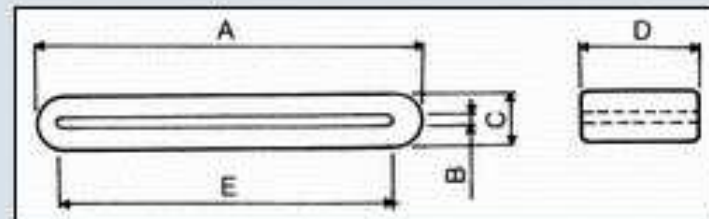
Blockkerne mit Klebefläche oder Snap-In Technik



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Eher ein Sonderfall. Z.B. zur Entstörung in PC-Tastaturen, vom Controller zum Display

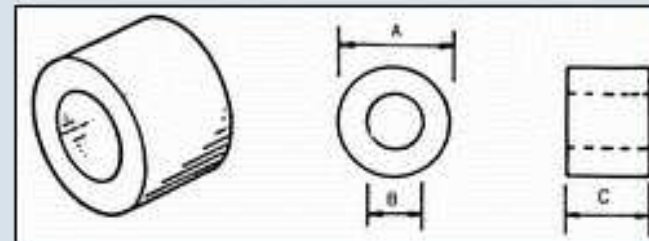
Ferrit für flexible Leiterplatten



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Wenn man den Stecker durch das Loch bekommt bzw. der Stecker noch nicht angeschlossen ist, eine preiswerte Lösung. Auch hier mindestens 3, besser 5 und mehr Windungen vorsehen. Der größte Kern hat einen Innendurchmesser von 35 mm

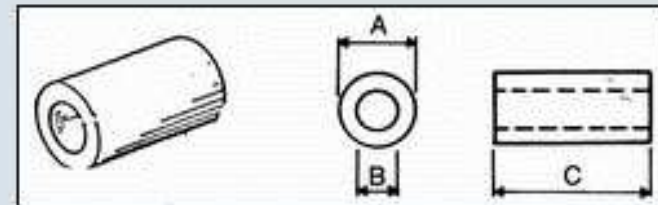
Ferritringe



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Die größte Hülse hat einen Innendurchmesser von 28 mm. Mit solchen Hülsen kann man einen Balun bauen, wobei das Koaxialkabel mehrfach durch diese Hülse gezogen wird. Mit mehreren solchermaßen bewickelten Hülsen hintereinander erreicht man die besten Werte. (Prinzip des Kellermann-Baluns)

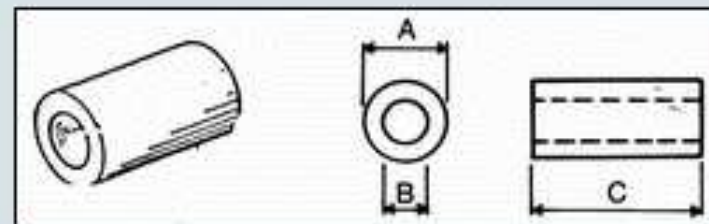
Ferrit-Hülsen



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

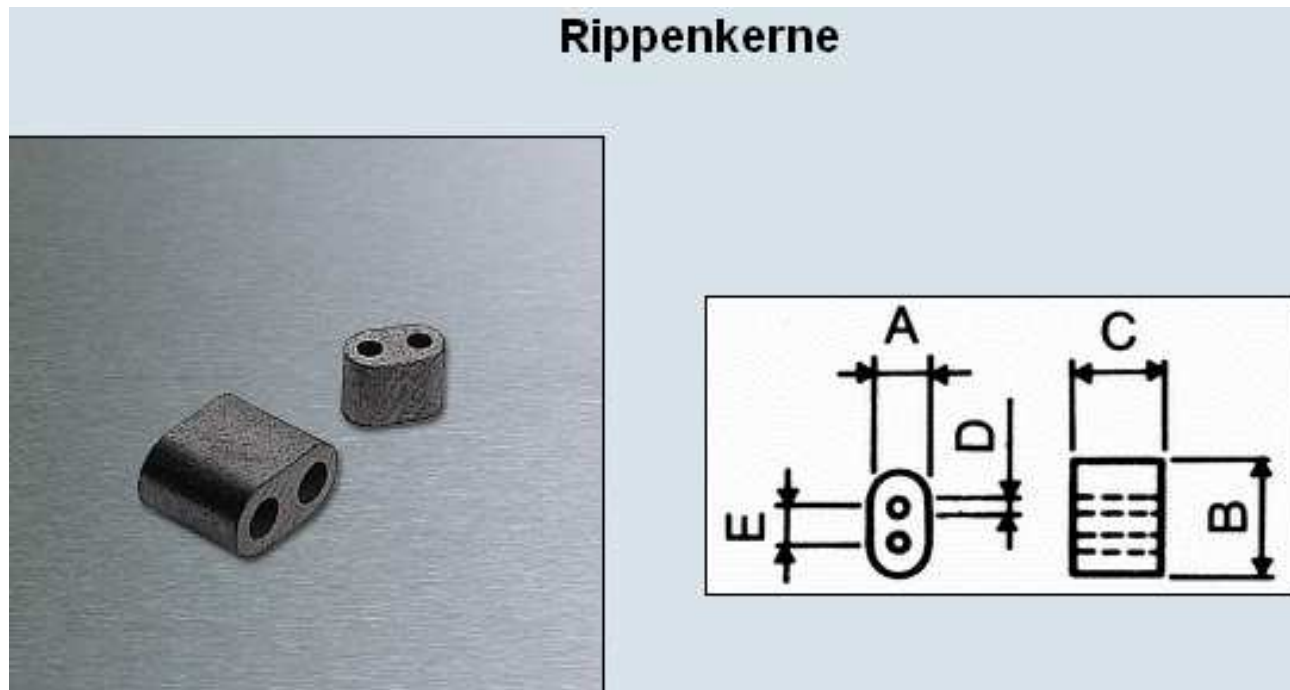
- Als Kette aufgefädelt, etwa 20 Stück und mehr, bringen Ferritperlen auch Wirkung auf Kurzwelle bis hinunter 1,8 MHz. (Prinzip des Baluns nach Maxwell, W2DU)

Ferritperlen / Ferrithülsen in kleiner Abmessung

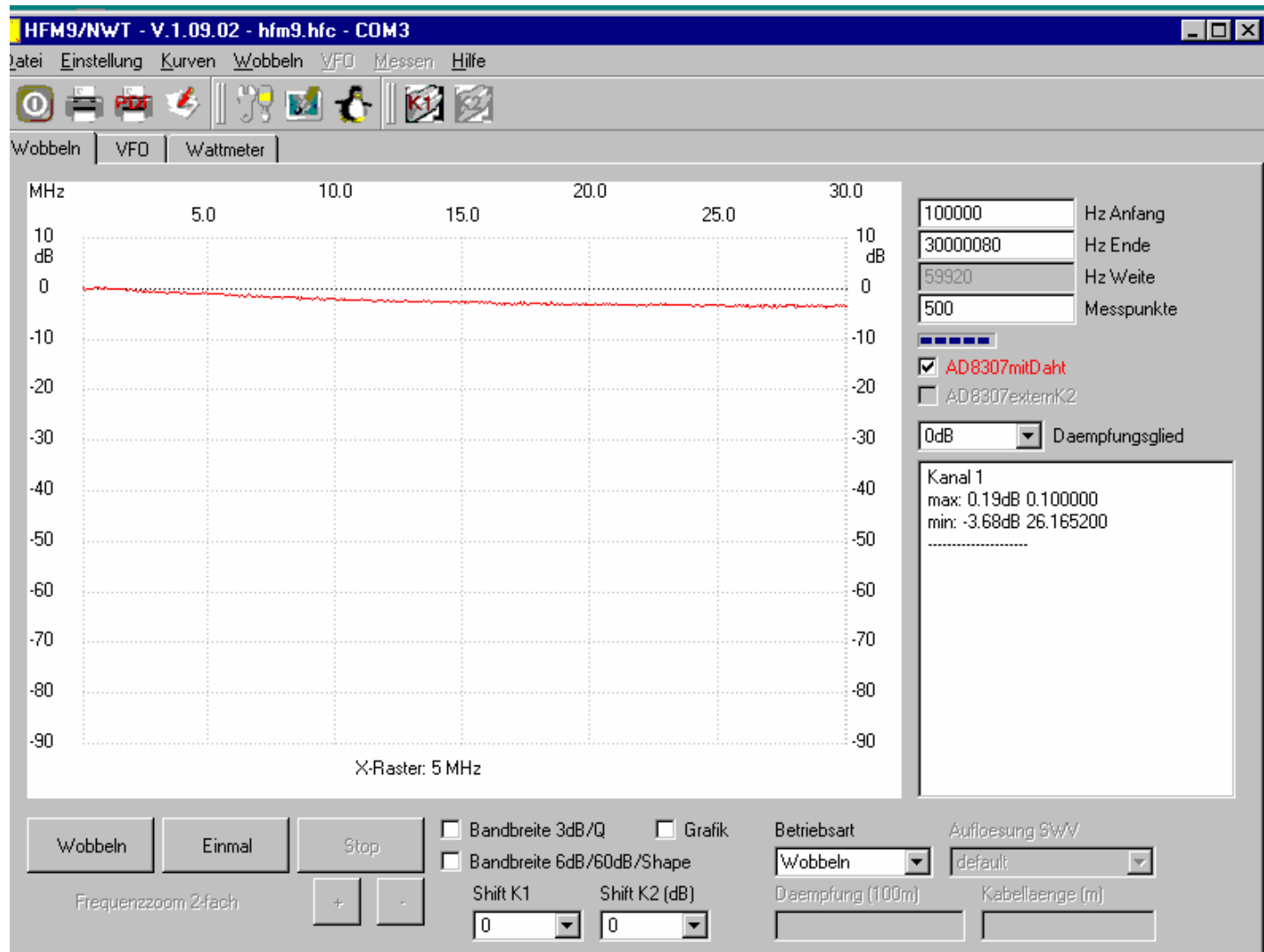


Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

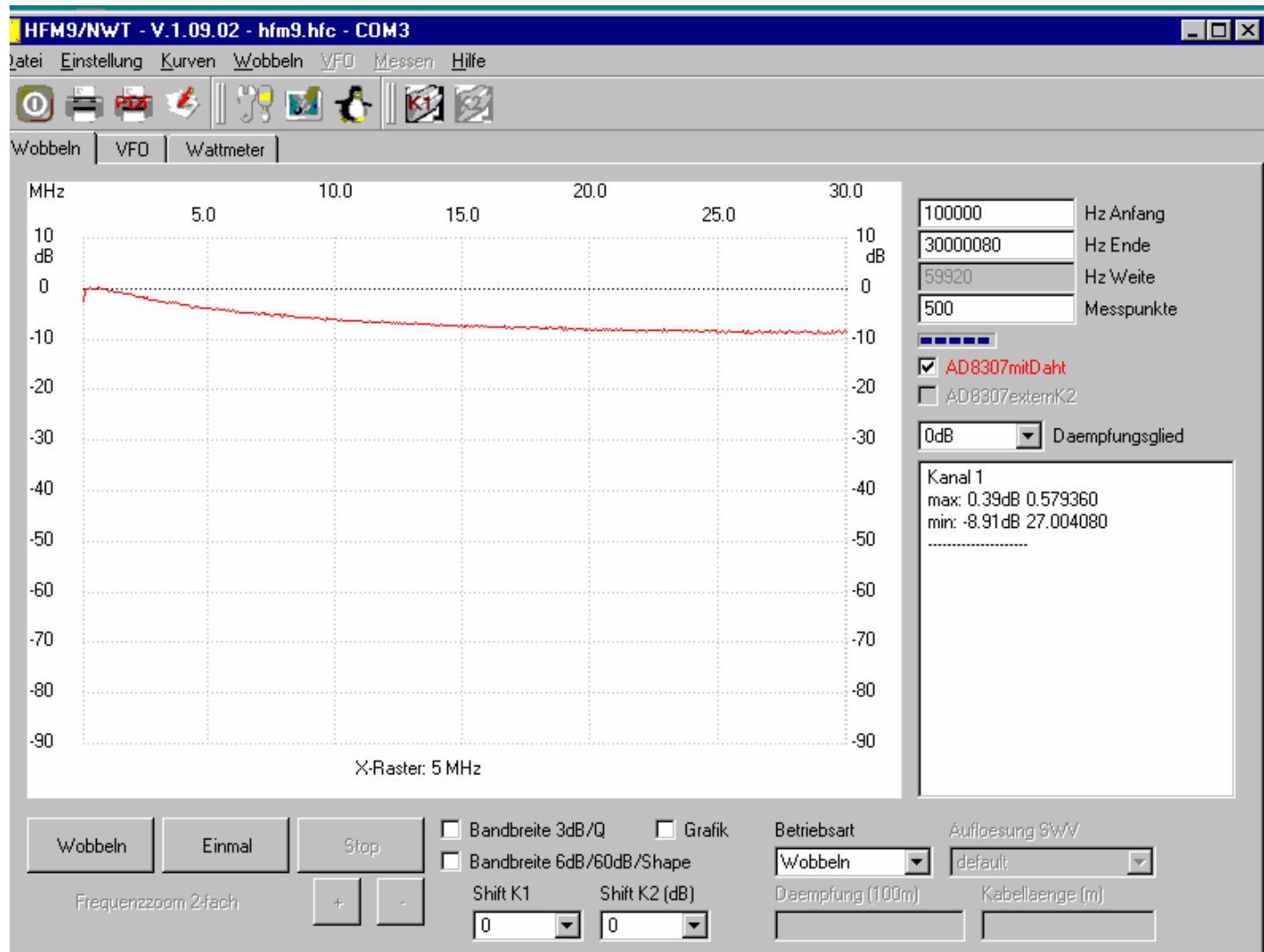
- Doppellochkerne (Rippenkerne) verhalten sich wie zwei nebeneinander gelegte Ferrithülsen. Zieht man die Zweidrahtleitung erst durch das eine, dann durch das zweite Loch so ist das identisch mit der Wirkung zweier Ferrithülsen hintereinander. Macht man dasselbe noch einmal, so wird die vierfache Wirkung erreicht. Leider sind nur kleine Kerne erhältlich.



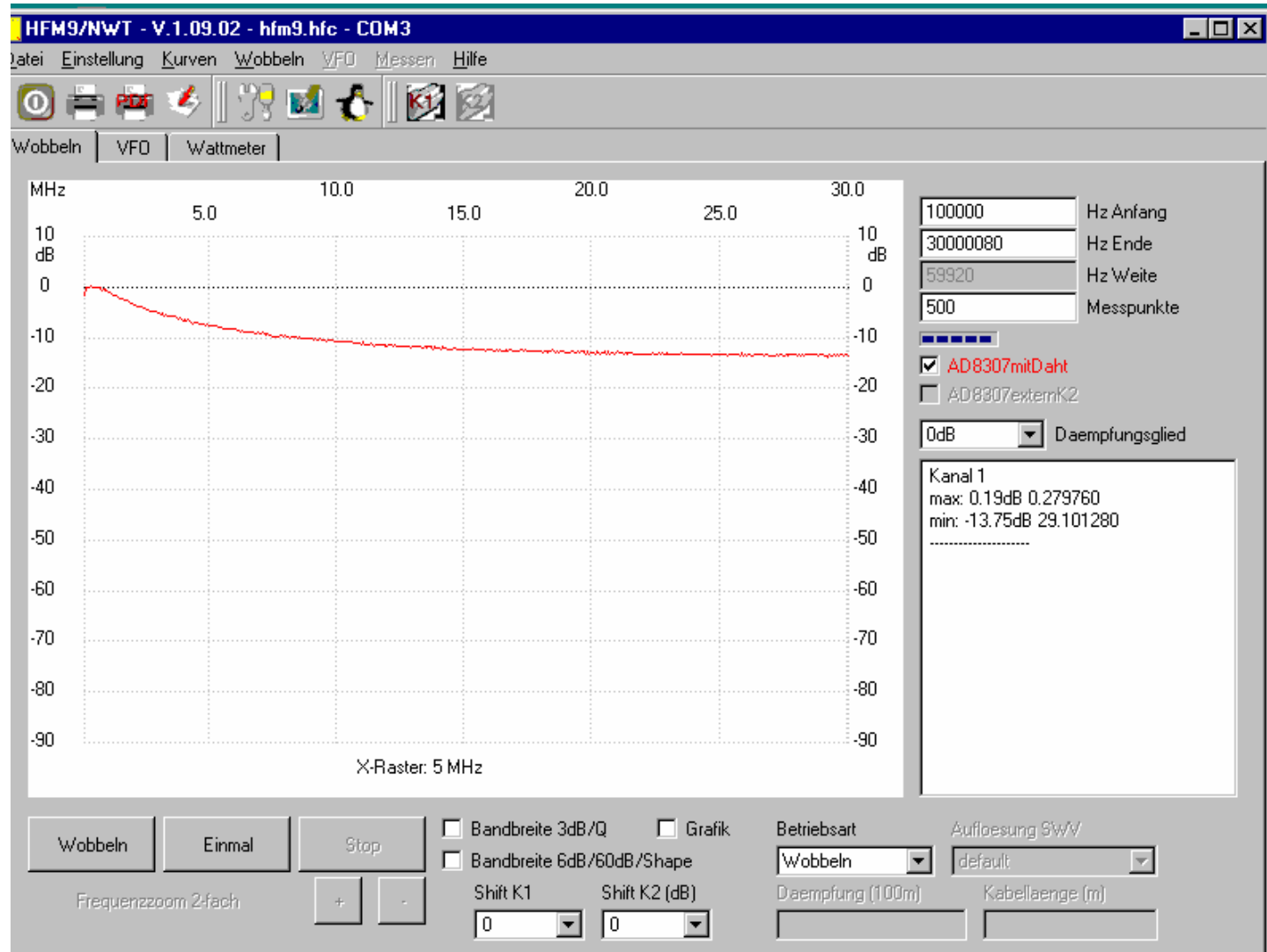
Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung mit Ringkern, Wirkung der Windungszahl Draht 1 x durch STAR-RING 7427155



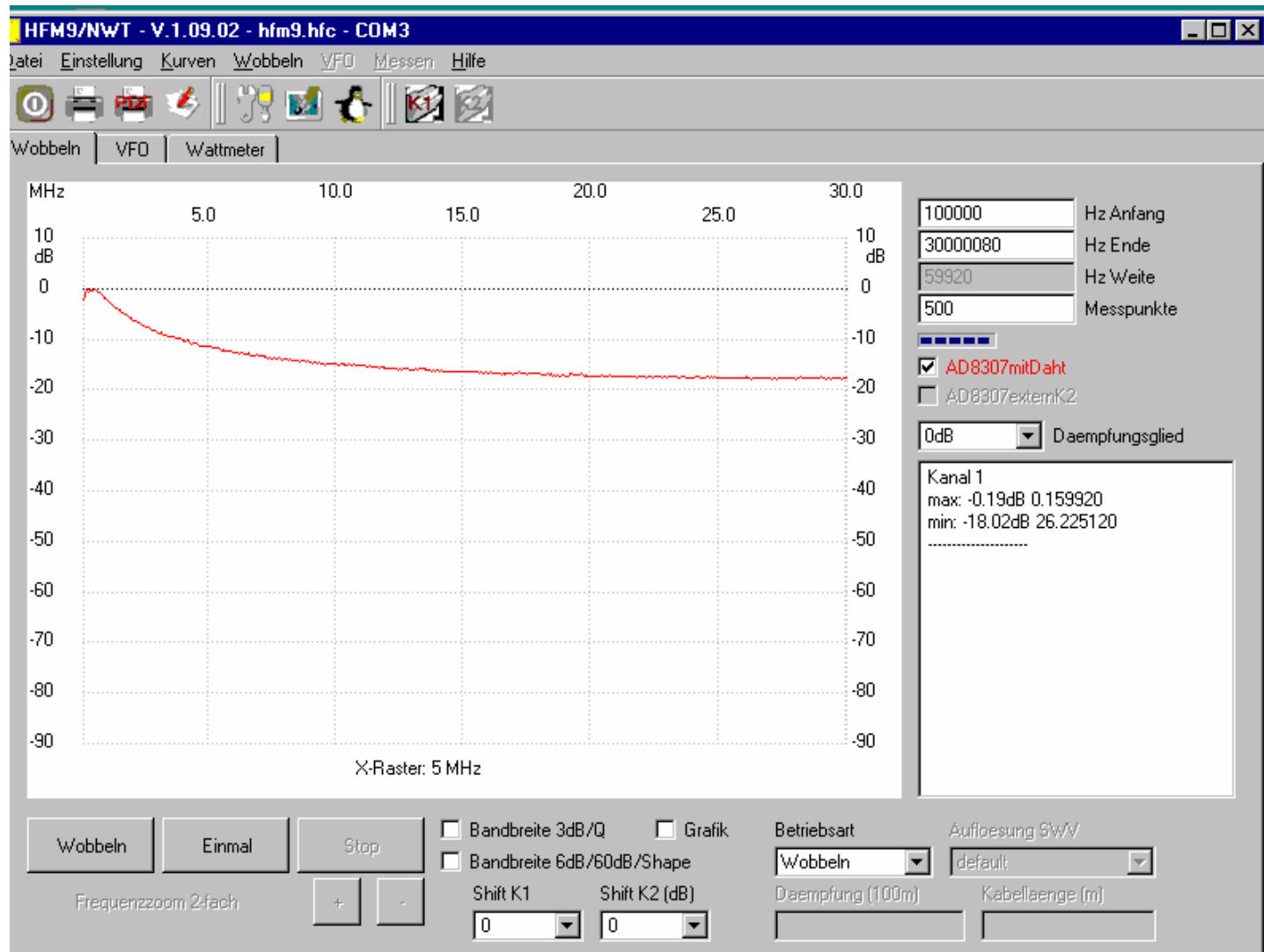
Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung mit Ringkern, Wirkung der Windungszahl Draht 2 x durch STAR-RING 7427155



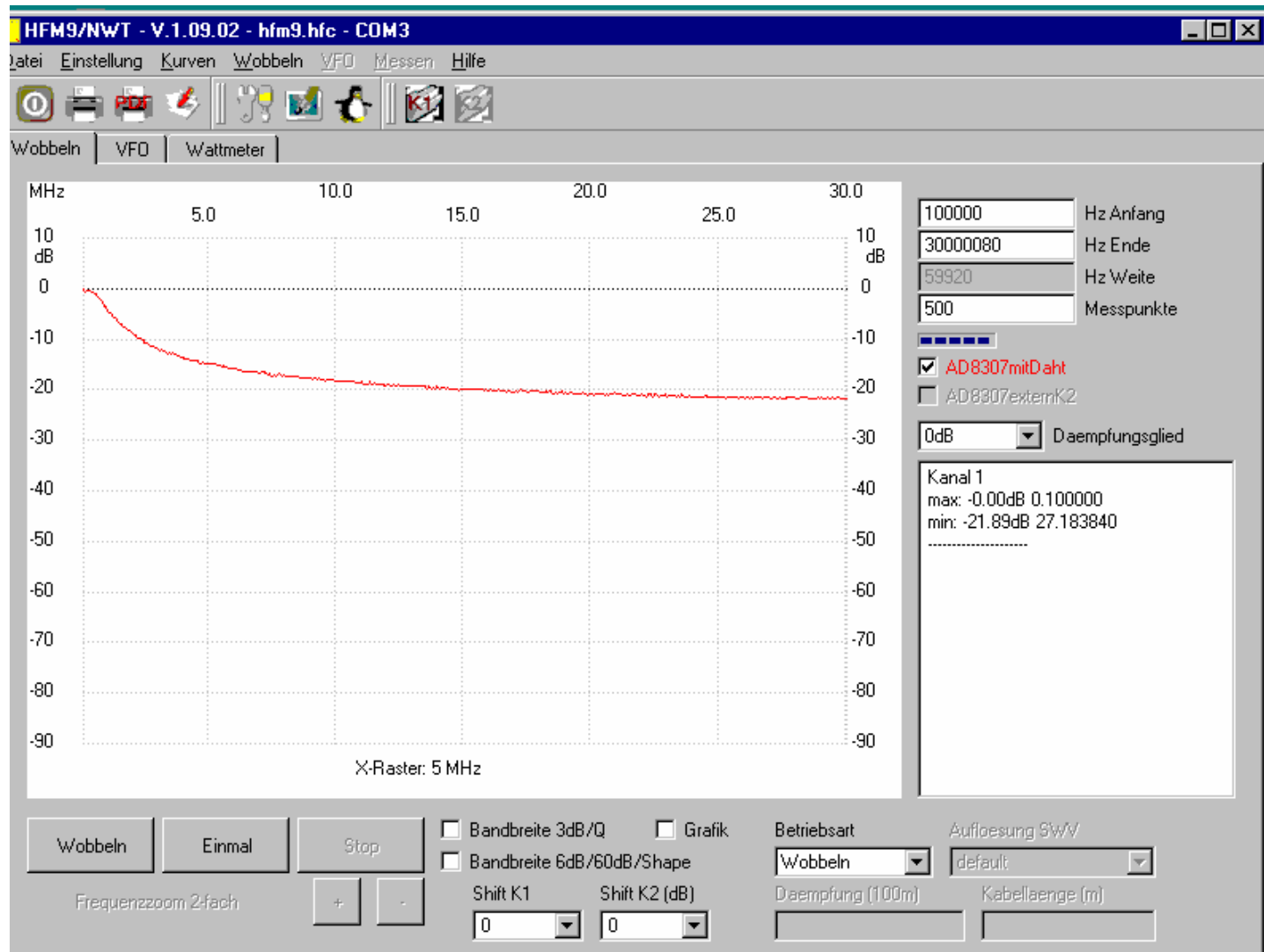
Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung mit Ringkern, Wirkung der Windungszahl Draht 3 x durch STAR-RING 7427155



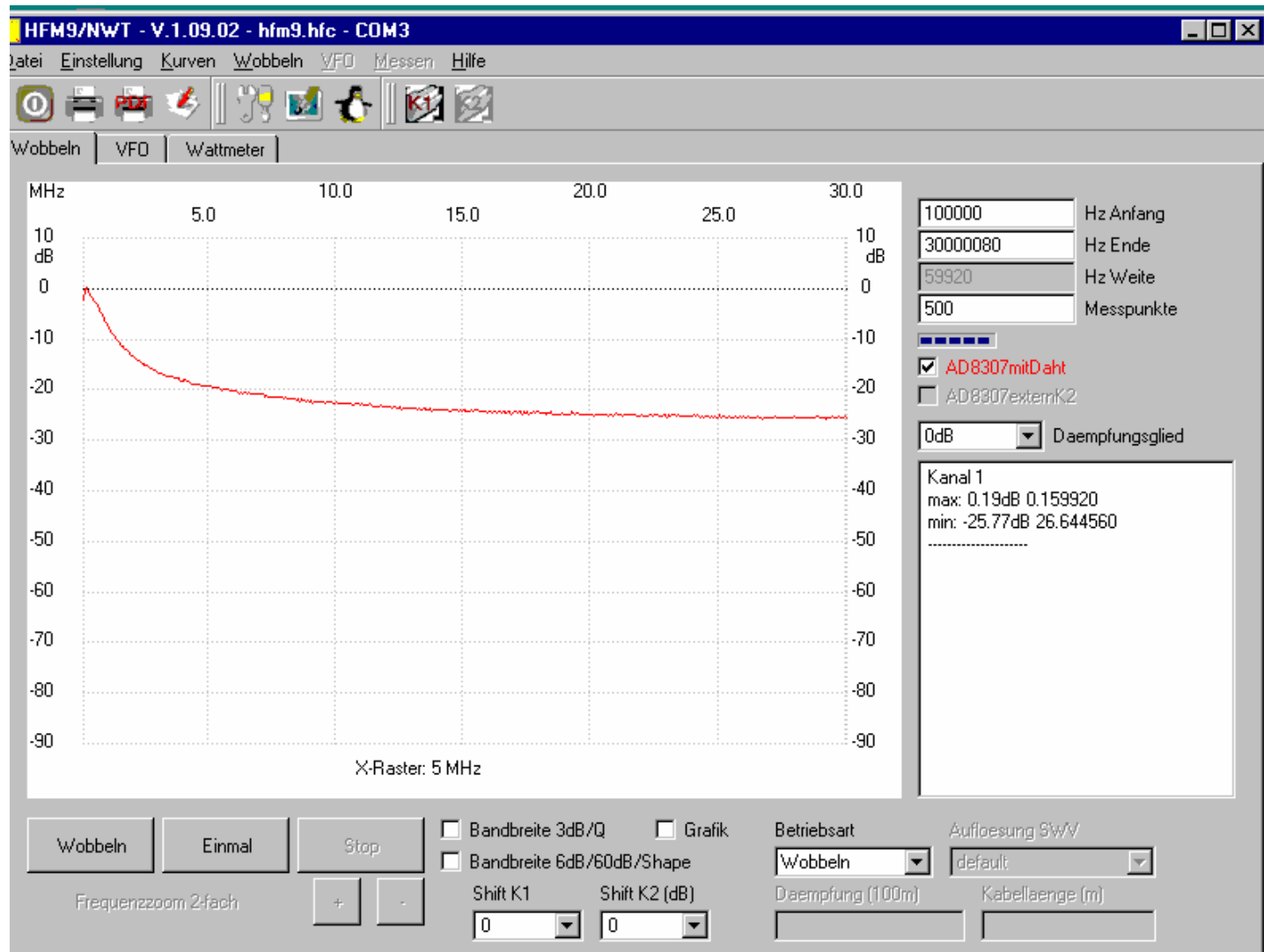
Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktstörung mit Ringkern, Wirkung der Windungszahl Draht 4 x durch STAR-RING 7427155



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung mit Ringkern, Wirkung der Windungszahl Draht 5 x durch durch STAR-RING 7427155



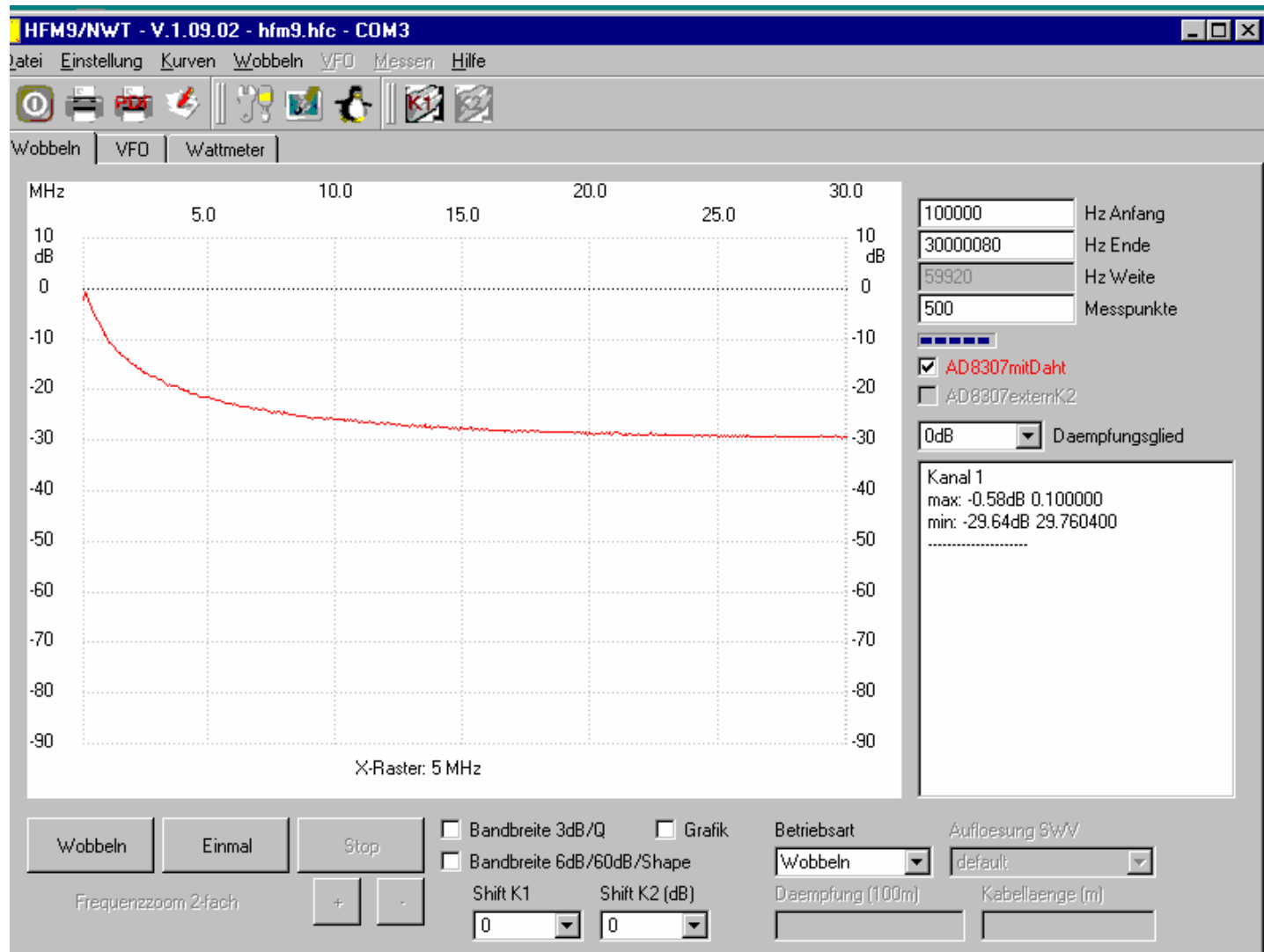
Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung mit Ringkern, Wirkung eines größeren Kerns Draht 5 x durch geteilten Ringkern 7427024



Fehler in der Geräteausführung beseitigen

Gleichtaktentstörung, bessere Wirkung bei ungeteiltem Ringkern

Draht 5 x **durch ungeteilten Ringkern** 742700790



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

Wichtig:

Es müssen **alle** Leitungen des zu entstörenden Gerätes verdrosselt werden, entweder **alle** Leitungen einige Windungen **im selben Wickelsinn** durch einen großen Ferritring oder jede Leitung erhält einen eigenen Kern mit möglichst vielen Windungen

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gegentaktentstörung

- Problem: die Leitungen tragen einen gewünschten **und** einen unerwünschten Energiefluss, z.B. das NF-Kabel den Fernsehton und zugleich ein hochfrequentes Störspektrum.
- Entwarnung: die Eigendämpfung der Leitungen trägt an sich schon zur Entstörung bei.
- Gegentaktentstörung sollte **erst nach** der Gleichtaktentstörung folgen.

Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gegentaktentstörung

- Drossel gegen
Gleichtaktströme:

Beide Drähte durchs selbe Loch /
beide Drähte wirken wie ein
Draht und bilden Magnetfeld
als Ergebnis beider Teilströme



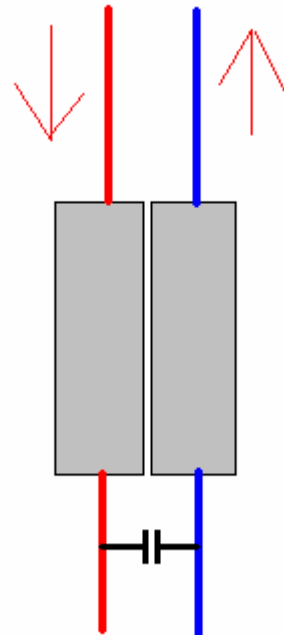
- Drossel gegen Gegentakt- und
Gleichtaktströme:

Jeder Draht im **eigenen** Loch im
Doppellochkern/ jeder Draht
hat einen **eigenen Kern**/ jeder
Draht entwickelt ein eigenes,
vom Nachbardraht
unbeeinflusstes Magnetfeld



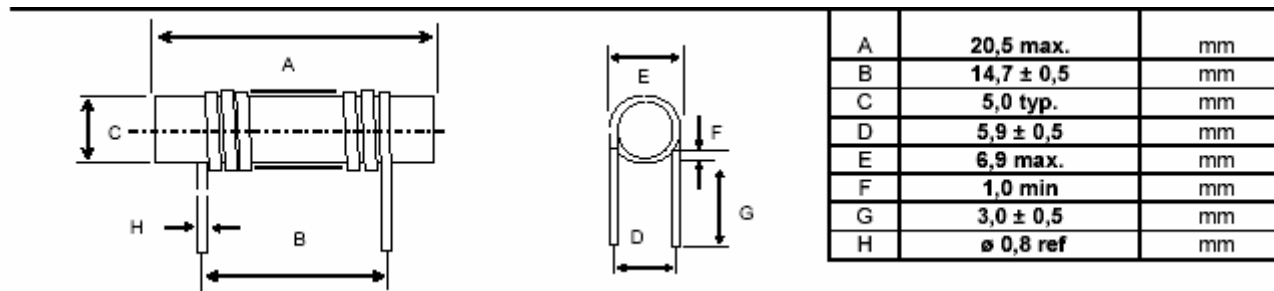
Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gegentaktentstörung

- Mit einem Kondensator wird der Gegentaktstrom kurzgeschlossen
Das geht natürlich nur, wenn die Störung viel höher in der Frequenz liegt, als das Nutzsignal. Sonst muss man aufwändige Filter einbauen, die das Nutzsignal durchlassen, aber das Sperrsignal nicht. (siehe dazu meinen Beitrag zu 100 Watt Filtern für Expeditionen und Conteste)



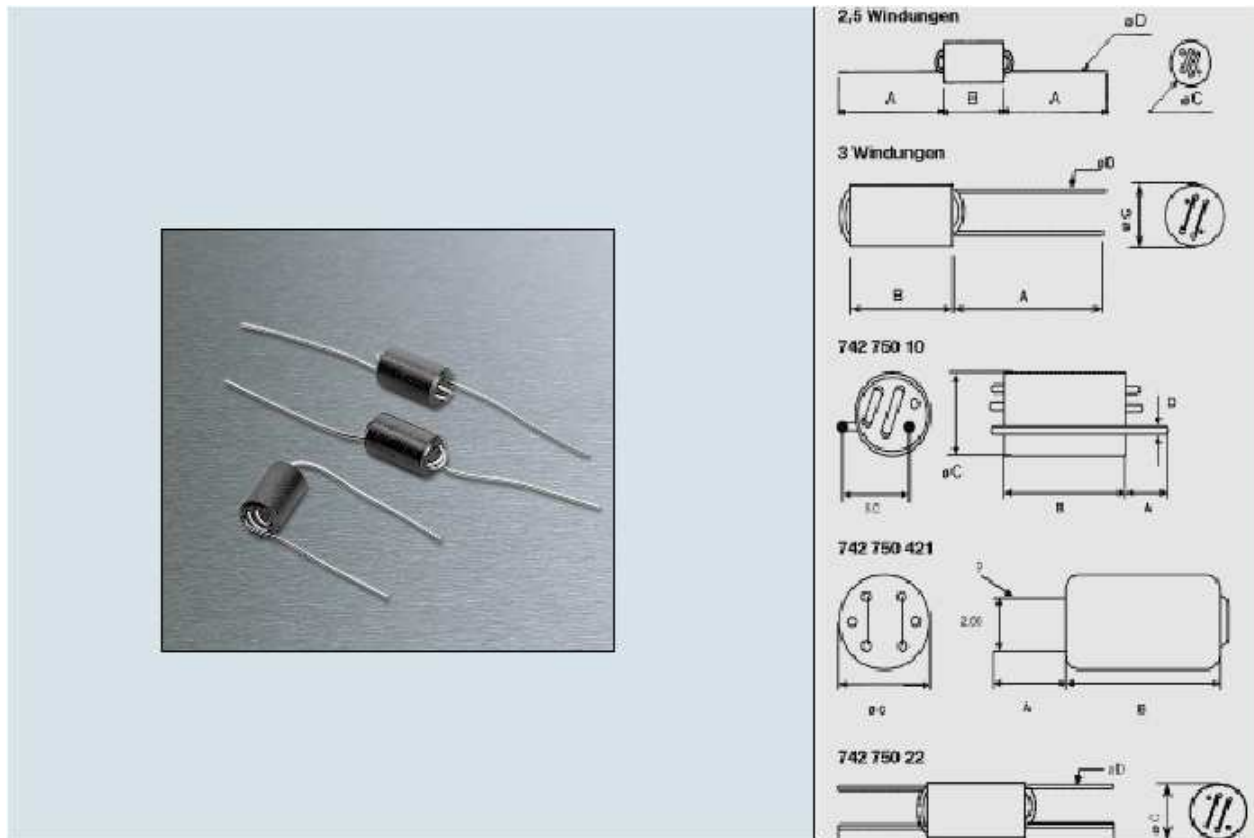
Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gegentaktentstörung

- Abblocken der Leitung:
es reicht das Verbinden der beiden Adern der Leitung mit einem Kondensator, so dass ein Kurzschluss für den Störstrom entsteht, für den Nutzstrom jedoch kaum
- Verdrosseln der Leitung:
jede Ader erhält eine eigene Drossel, so dass jeder Teilstrom sein eigenes Magnetfeld aufbauen kann, so dass für den Störstrom eine Hürde aufgebaut wird, für den Nutzstrom jedoch kaum



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gegentaktentstörung

- Als Drossel geeignet sind auch Kerne mit 4 oder 6 Löchern, wobei die Drosselwirkung einer 6 Loch Ausführung identisch ist mit 6 aufgefädelten Ferritperlen



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gegentakt- und Gleichtaktentstörung

Netzfilter

IEC Steckerfilter für Leiterplattenmontage, Nennströme von 1 bis 10 A, Baureihe FN9226

Beschreibung: ultrakompaktes Steckerfilter, IEC 950 konform.
Leiterplattenmontage möglich.

Anwendung: allgemein einsetzbar, sehr kompakte Ausführung.

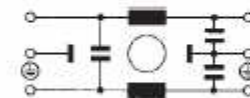
Abmessungen: siehe unten

Kenngrößen: siehe Tabelle unten.

Anmerkung: Andere Ausführungen und Versionen für medizinische Geräte Typ „B“
(ohne Y-Kondensator) auf Anfrage!



Ersatzschaltbild



Zertifizierung



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gegentakt- und Gleichtaktentstörung

Netzfilter

Universalfilter, Nennströme von 1 bis 20 A, Baureihe FN2020

Beschreibung: Chassis-Filter. Anschluss mit lötfähigen Flachsteckern 6,35 mm bis 20A und Schraubanschluss unten.

Anwendung: Universalfilter, hohe Dämpfung im symmetrischen Betrieb.

Abmessungen: Siehe Datenblatt und Tabelle.

Kenngößen: Siehe Tabelle unten.

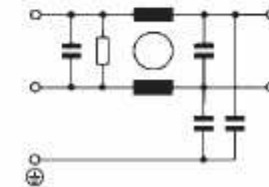
Anmerkung: Andere Ausführungen (medizinische Ausführung Typ „B“ ohne Y-Kondensator, Ausführung „A“ mit geringem Leckstrom) auf Anfrage!



Zertifizierung



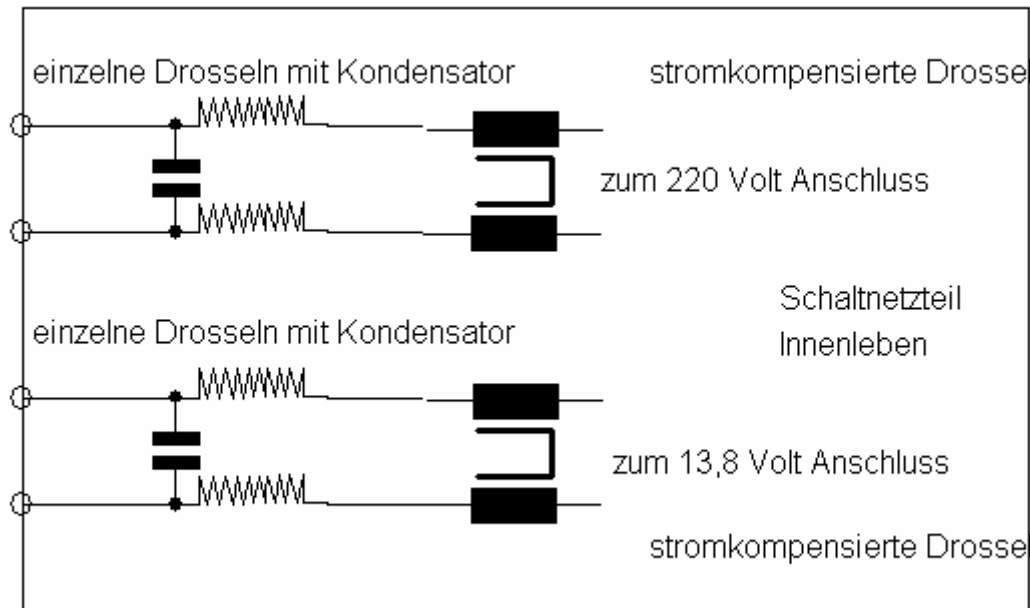
Ersatzschaltbild



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gegentakt- und Gleichtaktentstörung

- Am Beispiel eines getakteten Netzteils

Zuerst werden durch die stromkompensierte Drossel (nichts anderes als ein Balun 1:1) die Gleichtaktströme unterbunden. Die einzelnen Drosseln unterdrücken Gleich- und Gegentaktströme und die Kondensatoren bilden für die Gegentaktströme einen Kurzschluss



Fehler in der Geräteausführung beseitigen, Gleichtaktentstörung

- Stromkompensierte Drosseln, geeignet für Netzanschlüsse und NF
Die in PC-Netzteilen verwendeten weiß-gelben Kerne sind aus Pulvereisen und bringen im Kurzwellenbereich eher wenig. Auch Würth-Elektronik scheint bei der Serie WE-CMB solche Kerne zu verwenden – Selbstbau nötig.

Stromkompensierte Drosseln



Zum Schluss

wenn Hilfe bei der Entstörung benötigt wird
oder spezielle Kerne gebraucht werden:

- Tel: 03821 721578 Fax: 03821 721580
- wwippermann@t-online.de
- www.wolfgang-wippermann.de

DG0SA

Wolfgang Wippermann

Lerchenweg 10

18311 Ribnitz-Damgarten