

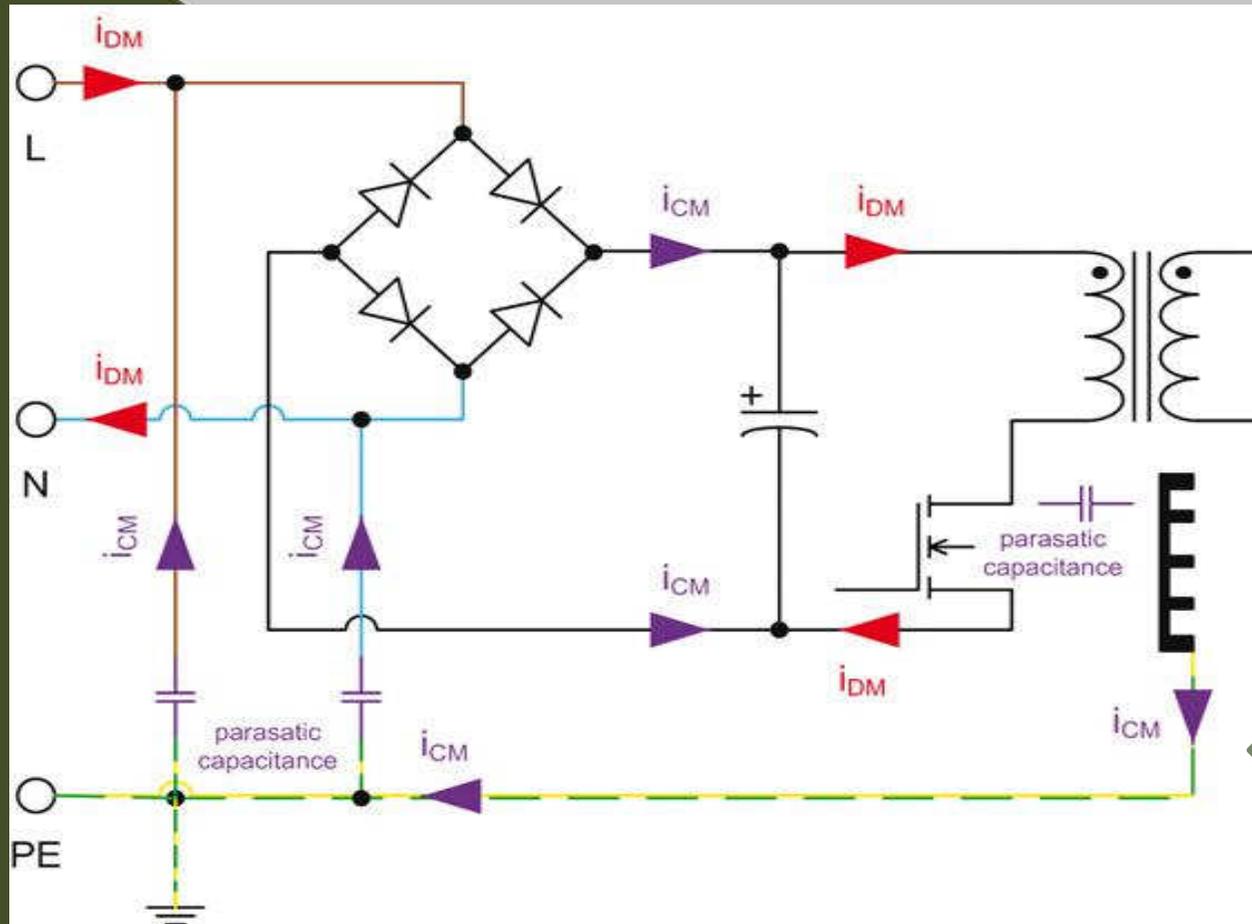
Workshop wir entstören unser getacktes Netzteil

by HB9BXE
Hans-Peter Blättler
30.November 2018

Inhalt Workshop

- Theorie
- EMV Grenzwerte gemäss IEC 61000 Norm
- Wie prüfe ich zuverlässig ein Netzteil auf Stö.
- Störungen breiten sich auf zwei Arten aus
- Das Prüfen mit einem KW-Empfänger
- Das Prüfen mit einem Spektrum Analysator
- Wir entstören Schrittweise unser Netzteil
- Die Gegentakt-Drossel (Gt-Dr)
- Wie sieht es auf der Primärseite aus?
- Fragen und Antworten

Warum Stört ein Schalt-Netzteil?



i_{DM}

Gegentakt- Ströme
(Differential – Mode)

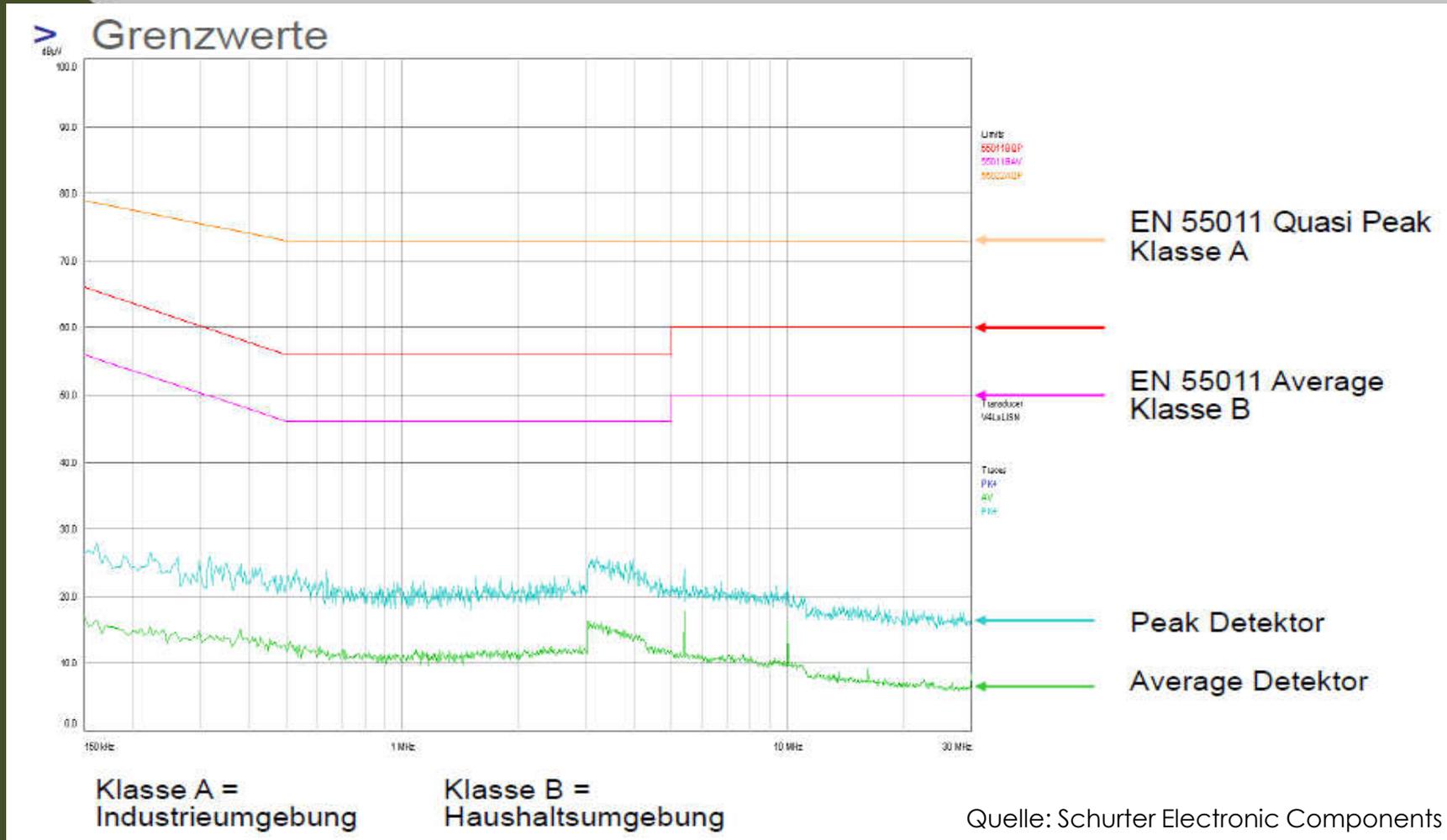
i_{CM}

Gleichtakt- Ströme
(Common – Mode)

Problem

Kapazitive Kopplung
zwischen Drain MO.F
und Kühlkörper. **i_{CM}**
fließt über PE zu L+N

EMV Grenzwerte gemäss IEC 61000 Norm



Diese heutige Norm bezieht sich aber nur auf die Primärseite 230V AC !!
Auf der Sekundärseite gibt es noch keine gültige Norm für Grenzwerte
Jedoch ist eine solche dank störender Optimizer bei Solaranlagen im fun

Klasse- B- Grenzwerte nach EN55032

Vergleich db (μV) Quasispitzenwerte zu S-Stufen

Frequenzbereich	Grenzwert Klasse B in db (μV) Quasispitzenwert	In dBm	Das entspräche in S-Stufen
0.15 - 0.5 MHz	66-56	-41	S9 +32dB
0.5 - 5 MHz	56	-47	S9 +26dB
5 - 30 MHz	60	-51	S9 +22dB

Tabelle 1

Fazit:

Viele Netzgeräte entsprechen wohl der Norm, weisen die CE- Kennzeichnung auf, aber wie schon erwähnt, der Sekundärseite liegt noch keine Norm vor. Bei den meisten Netzteilen ist der Störanteil jedoch auf der Sekundärseite um mehrfache höher als auf der Primärseite!!

Unser Test- Objekt



Chinesisches 12V Netzteil 5A, gekauft bei Ebay

Prüfen mit einem Empfänger



Workshop Netzteil HB9BXE

Prüfen mit einem Empfänger



Prüfen mit einem Empfänger also es ist doch möglich !



Klassischer Versuch zu entstören

10



Roter Kern, T225-2



graue Ferritkern, FT140A-43

Fazit = kein Erfolg ☹️

Workshop Netzteil HB9BXE

Macht es die Industrie besser?

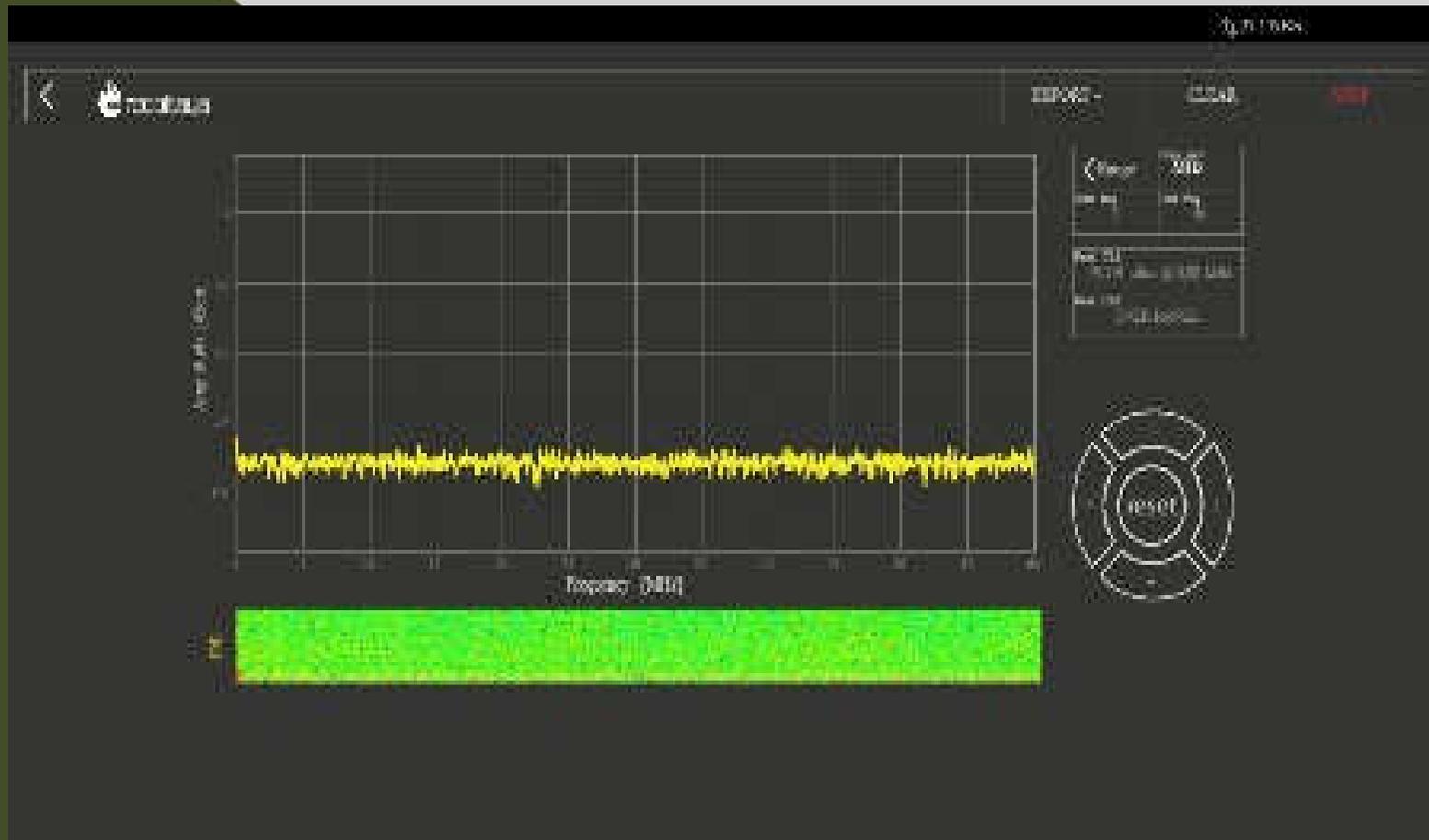


Nein, dieser kleine Kern bringt auch nichts ☹

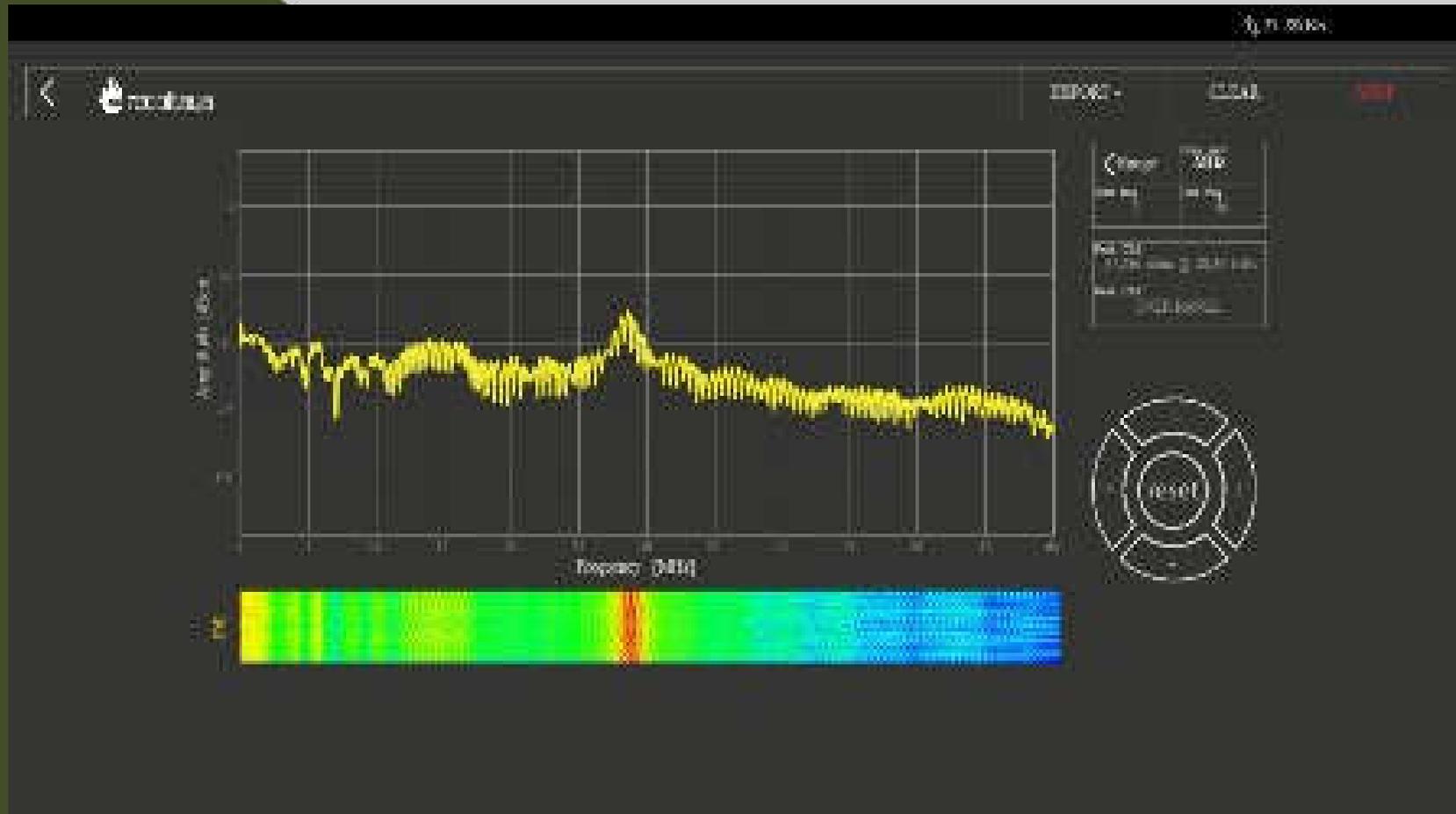
Prüfen mit einem Spektrum Red-Pitaya Analysator



Eichung bzw. Referenz des Red-Pitaya ermitteln, Span 0-60MHz

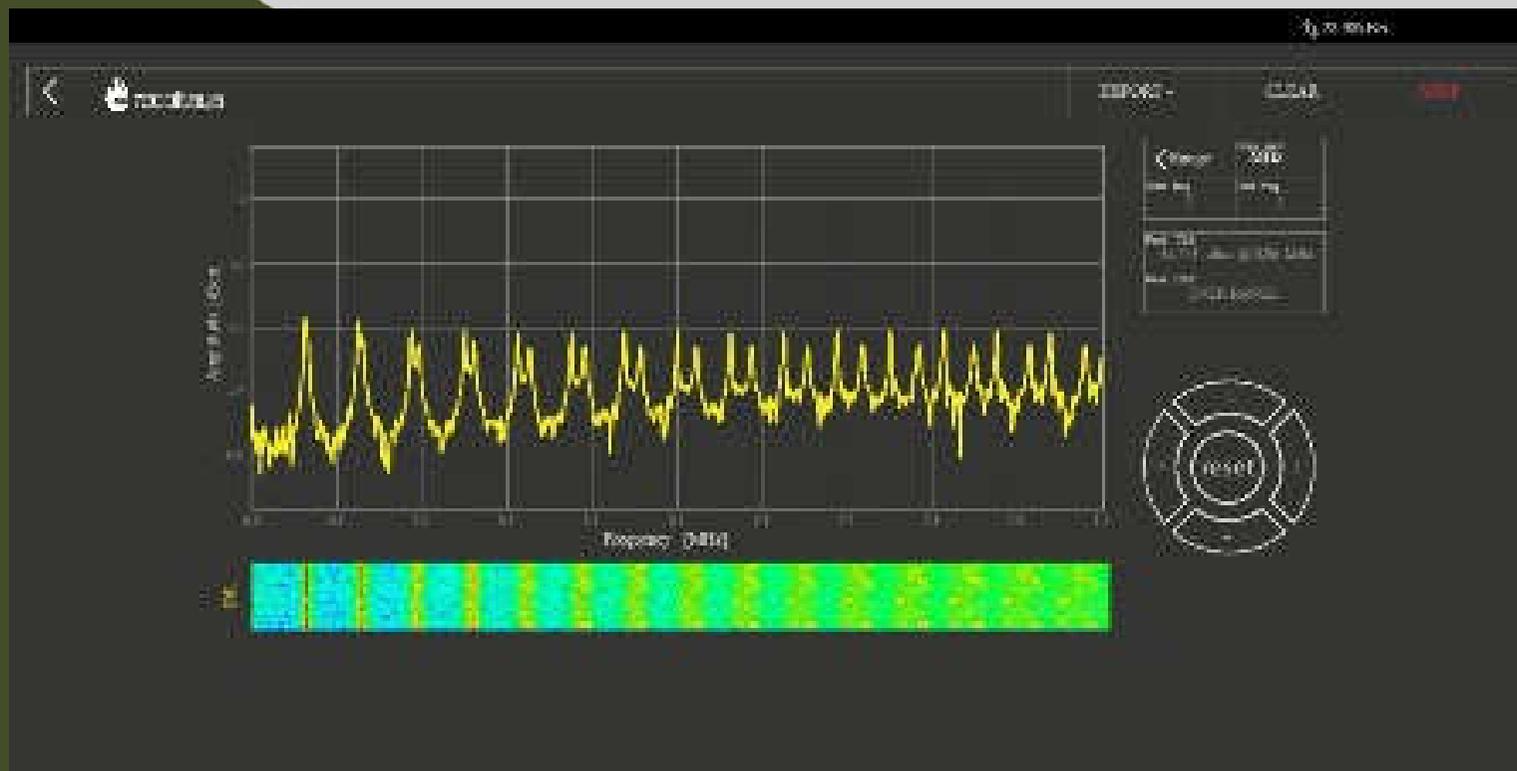


Antennen -Loop auf das China- Netzgerät gelegt



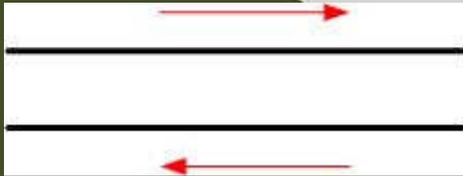
Hier sehen wir das « Malör » ☹

Antennen -Loop auf das China-Netzgerät gelegt, Span 0-1MHz



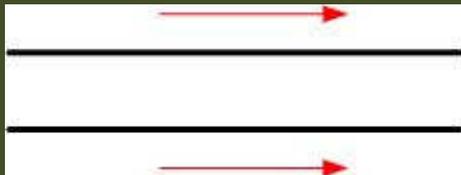
Peak bei 60kHz, mit einem Pegel von -45 dBm!! 😞

Die Störprodukte breiten sich auf zwei verschiedenen Weisen aus



Gegentaktstörung
(Differential Mode)

Bei der Gegentaktstörung heben sich der vorlaufende- und rücklaufende Stroms gegenseitig auf. Die Transportleitung (Kabel) strahlt also nicht.



Gleichtaktstörung
(Common Mode)

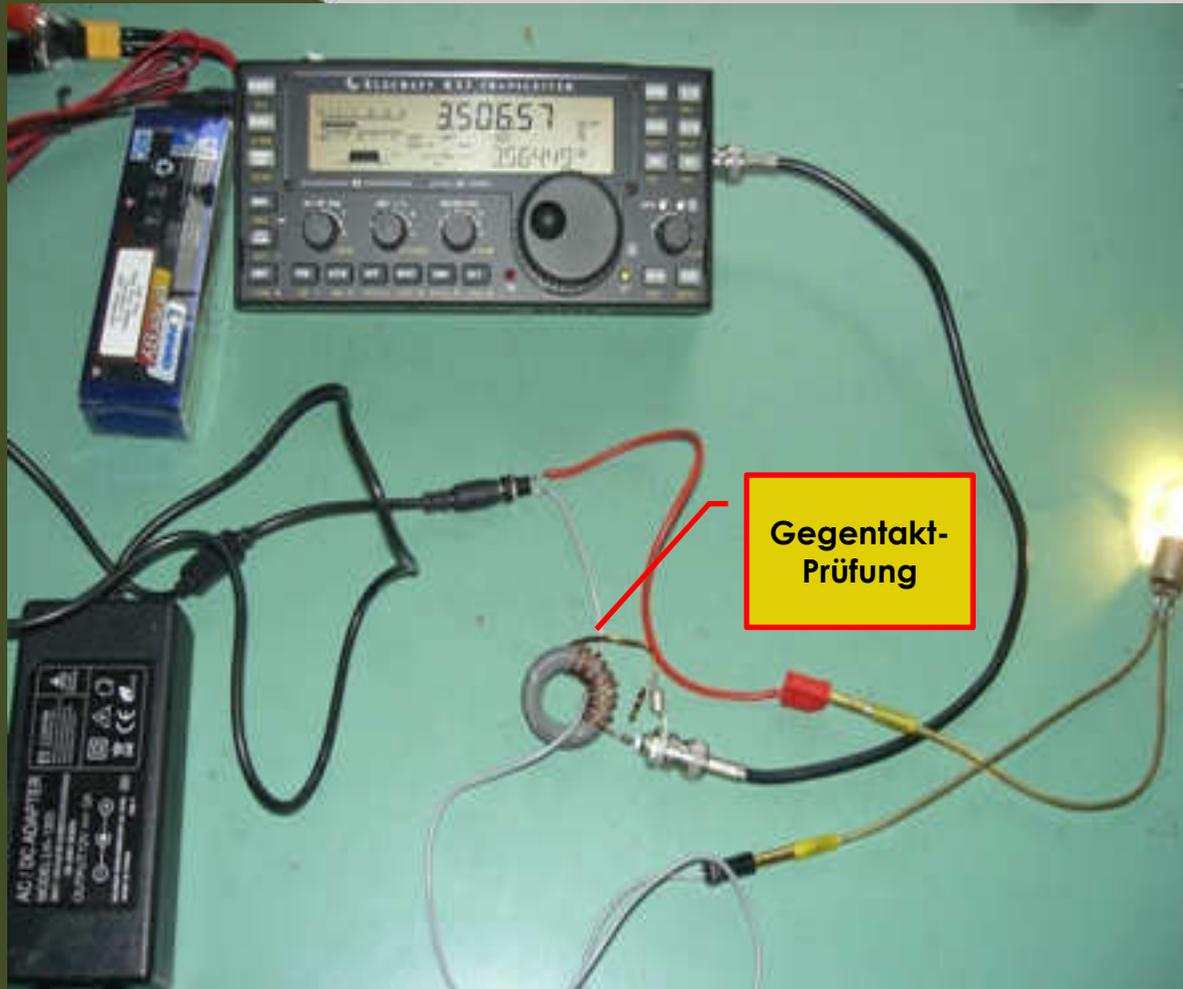
Bei der Gleichtaktstörung heben sich der vorlaufende- und rücklaufende Strom gegenseitig auf. Die Transportleitung (Kabel) strahlt also nicht.

Handelt es sich um Gleich- oder Gegentakt - Störungen?



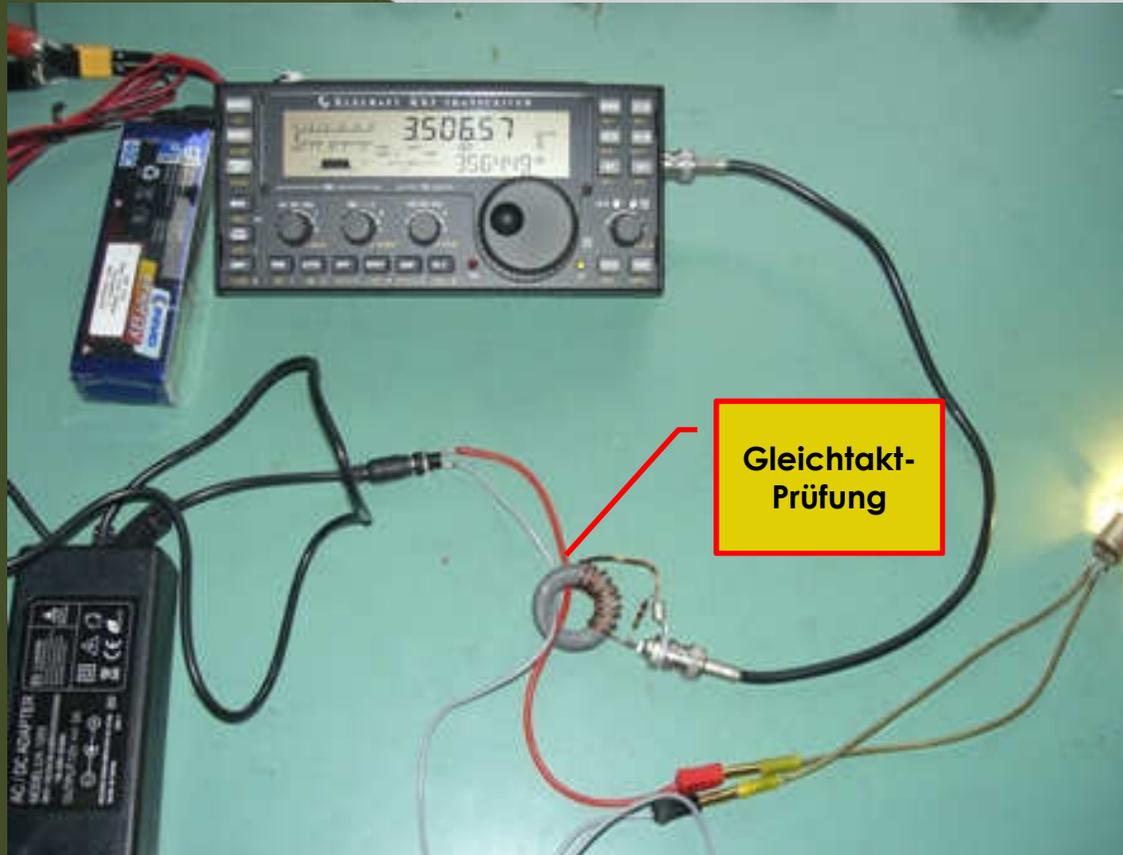
Um das fest
zustellen
benutzen wir
einen selbst
gebauten
50 Ω -
Messkopf

Das Prüfen auf Gegentaktstörungen



Störung
mit S9

Das Prüfen auf Gleichtaktstörungen



Störung mit
S 0-1
Also praktisch
keine
Störungen

Wir entstören nun schrittweise unser Netzteil

doch zuerst Hinweis Sicherheit

Im Prüfungskatalog zur Erlangung des Amateurfunkzeugnisses wird einiges zur elektrischen Sicherheit ausgeführt.

Die in diesem Beitrag dargestellten Arbeiten erfordern ein Öffnen des Netzteil-Gerätes und es besteht die Gefahr eines elektrischen Stromschlages.

Steckdosenamateure lassen deshalb lieber die Finger davon und fragen um Mithilfe bei versierten Fachleuten.

Netzteil aus Gehäuse entfernen



Mit einer Metallsäge
vorsichtig aufsagen

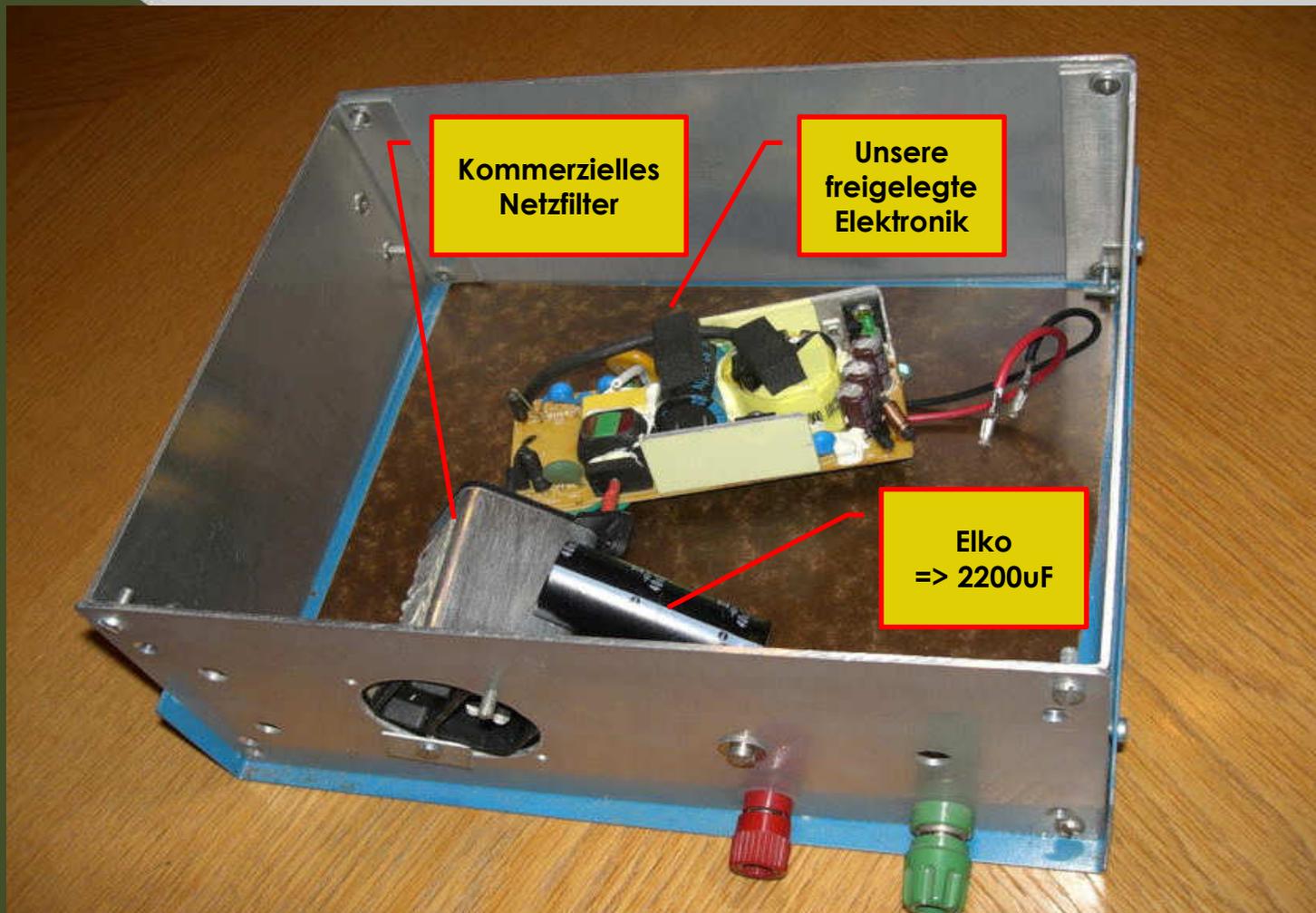


Mit Schraubenzieher
Gehäuse gänzlich öffnen

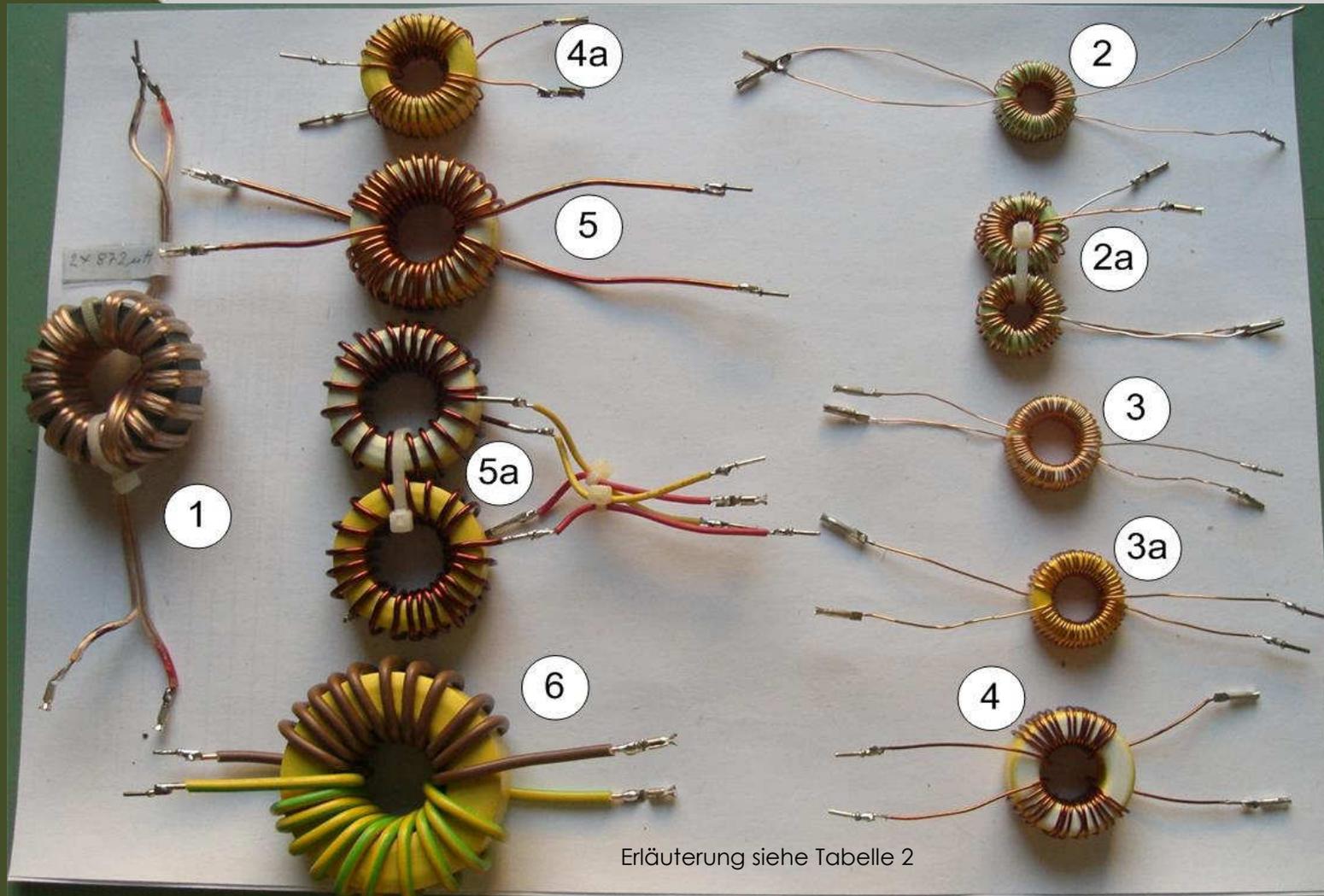


Die Elektronik offengelegt.
Vortäuschende Schutz Erde
endet im leeren!

Nun bauen wir die Elektronik in ein Metall -Gehäuse



Folgende Entstör - Drosseln kommen zum Einsatz



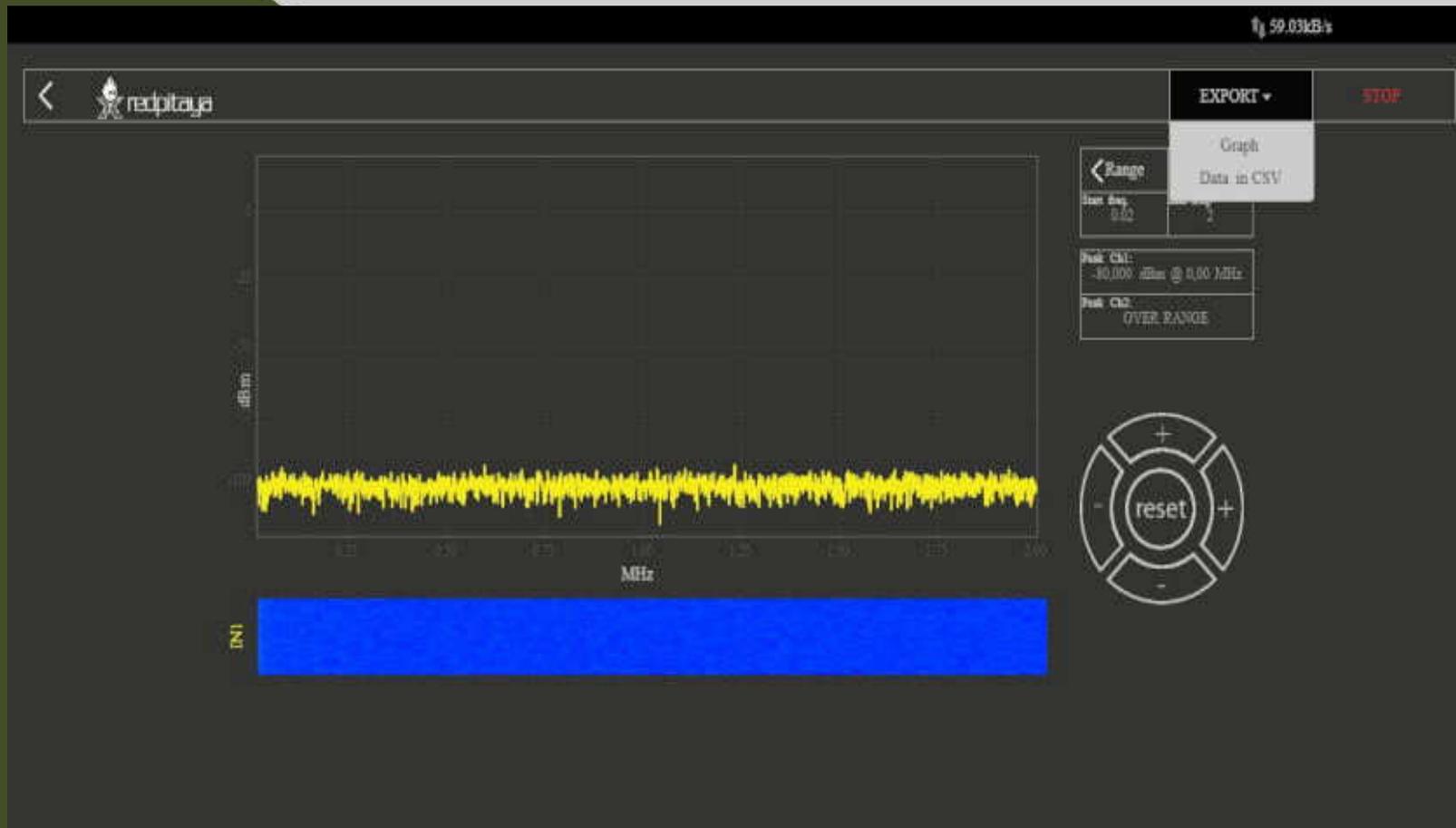
Folgende Entstör - Drosseln kommen zum Einsatz

Nr	Strom	Typ	AI	Dim D/d/H, mm	Max Cul mm	Bezugsquelle	Preis/Stk	Wdg	uH	Drahtlänge
1	Mantelwellen-Sperre 2x872 uH									
2	1.5 A	T68-40	47	17.5x9.4x4.83	0.5	BFI Optilas, Germany	CHF 1.00	2x21	26	2x75cm
2a	3 A	2x T68-40	47a	17.5x9.4x4.83	0.7	BFI Optilas, Germany	CHF 1.00	2x28	42	2x50cm
3	1.5 A	T80-26	45	20.2x12.6x6.35	0.4	Distrelec, 158-72-841	CHF 1.65	2x36	2x70	2x75cm
3a	3 A	2xT80-26	45	20.2x12.6x6.35	0.6	Distrelec, 158-72-841	CHF 1.65	2x22	2x25	2x60cm
4	3 A	T106-26	90	26x14.5x11.1	0.6	Distrelec, 158-72-890	CHF 1.80	2x15	2x25	2x65cm
	10 A	T130-26	78	33x19.8x11.1	1.5	Distrelec, 158-74-094	CHF 5.90	2x16	2x24	2x75cm
	20 A	T184-26	47	46.7x24.1x18	2.5	Distrelec, 158-72-601	CHF 11.20	2x11	2x23	2x85cm
	20 A	RK1	750	61x35x13	-	DARC	Euro 4.00	-	-	-
	weniger gut geeignet									
		FT82-43	470	21x13.2x6.35		Distrelec, 158-74-169	CHF 1.70			
		FT82-77	1170	21x13.2x6.35		Distrelec, 158-74-177	CHF 3.05			

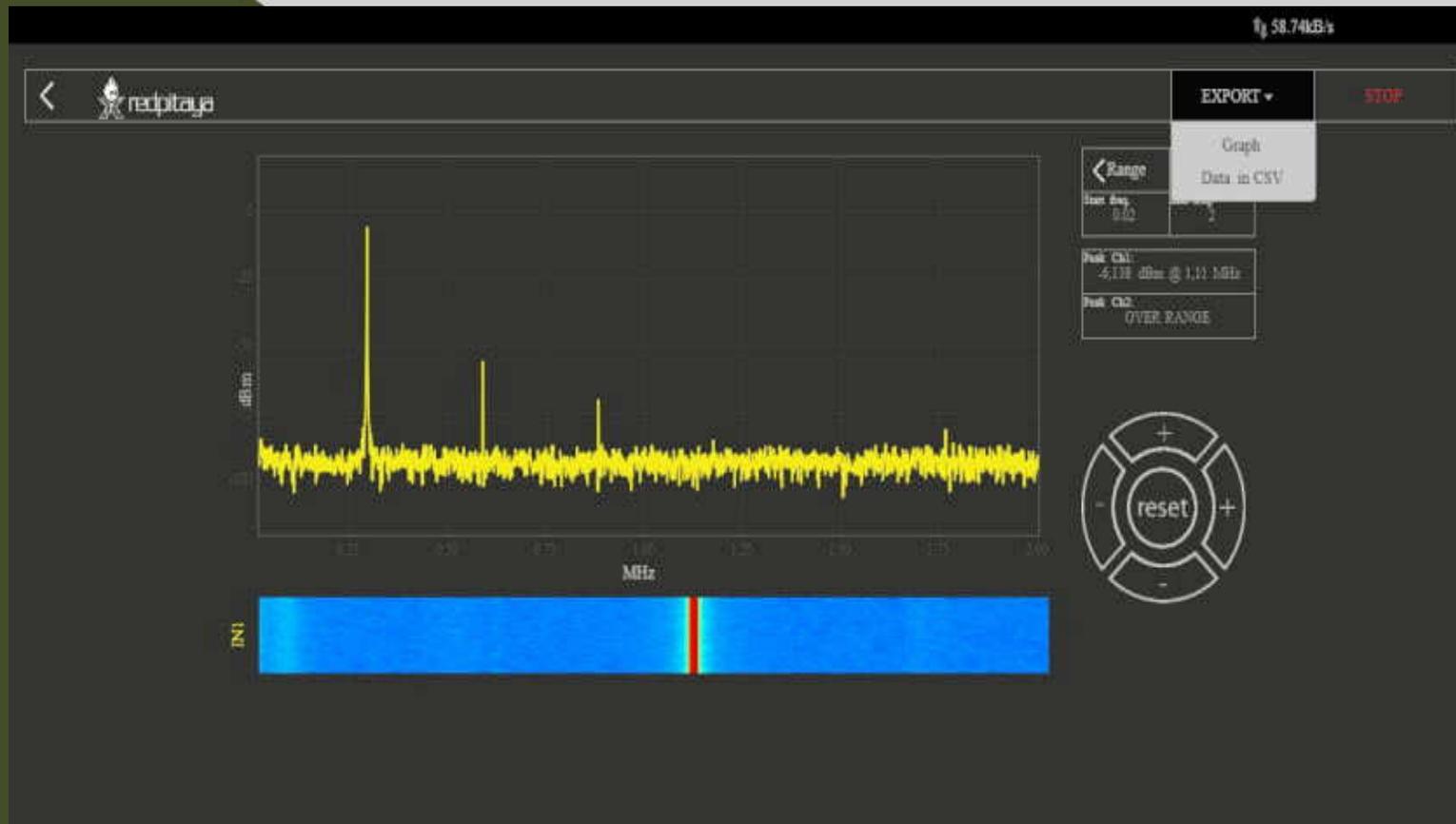
Tabelle 2

Referenz-Messung

Sweep Bereich 0.020 Mhz bis 2.000 Mhz



Referenzmessung mit absoluten 1 Mhz- Pegel von -10dBm



Kleiner Fehler mit -6.138 dBm spielt hier keine Rolle

Schritt 1

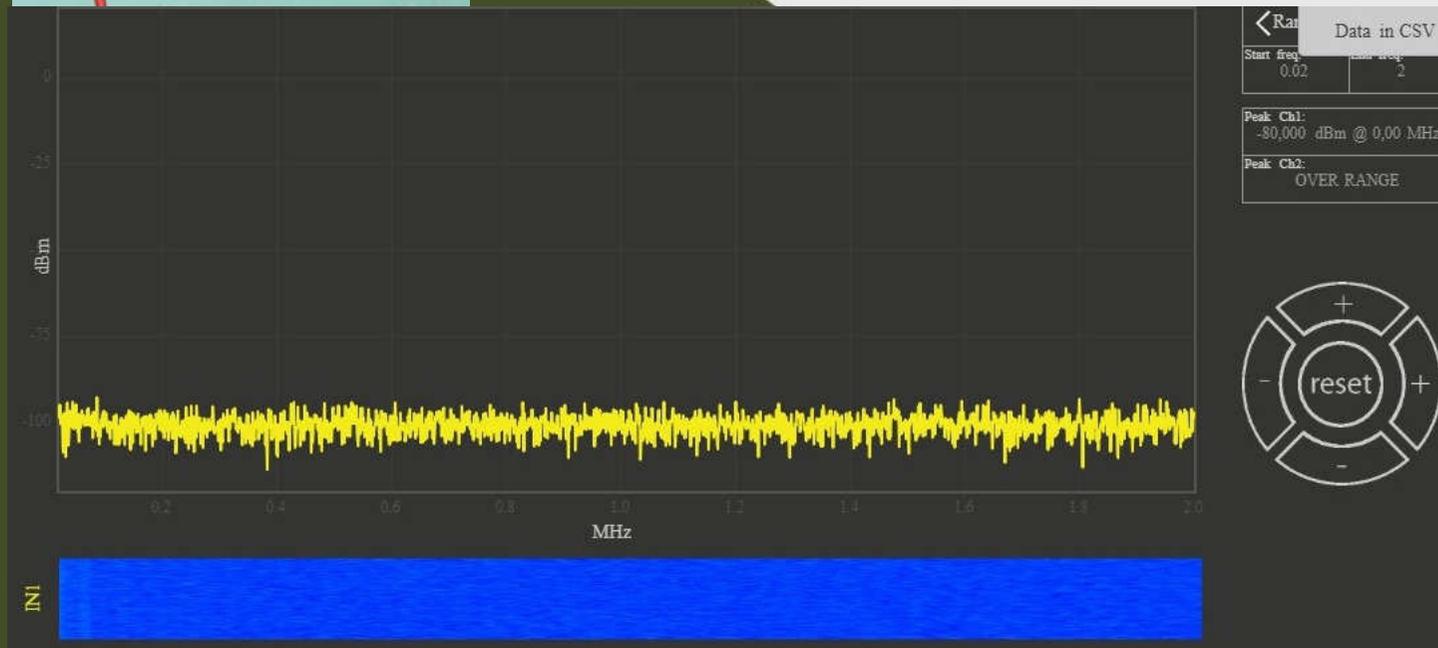


Wir bauen die Elektronik in ein provisorisches Metallgehäuse ein. Netz-Seitig bauen wir ein komm. Netzfilter ein. Damit schaffen wir Klarheit über die entstehenden Störungen

Prüfen auf Gleichtaktstörung



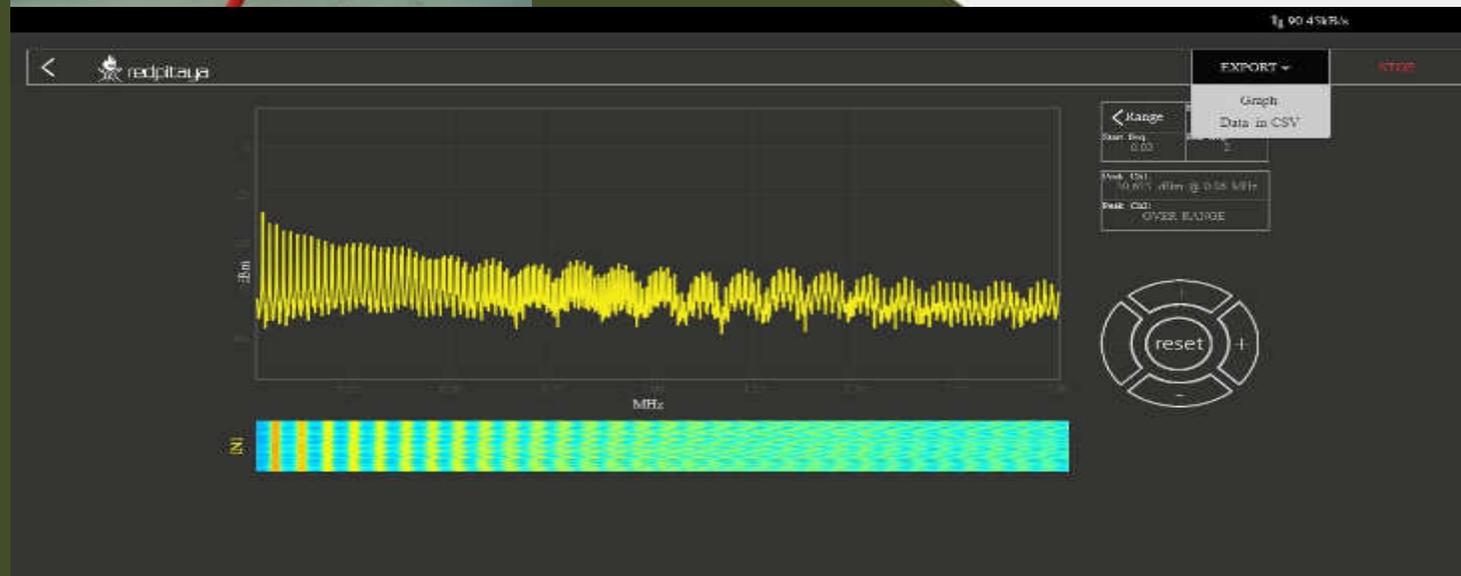
Keine Gleichtakt-Störungen
Wir brauchen hiermit keine
Entstör-Massnahmen



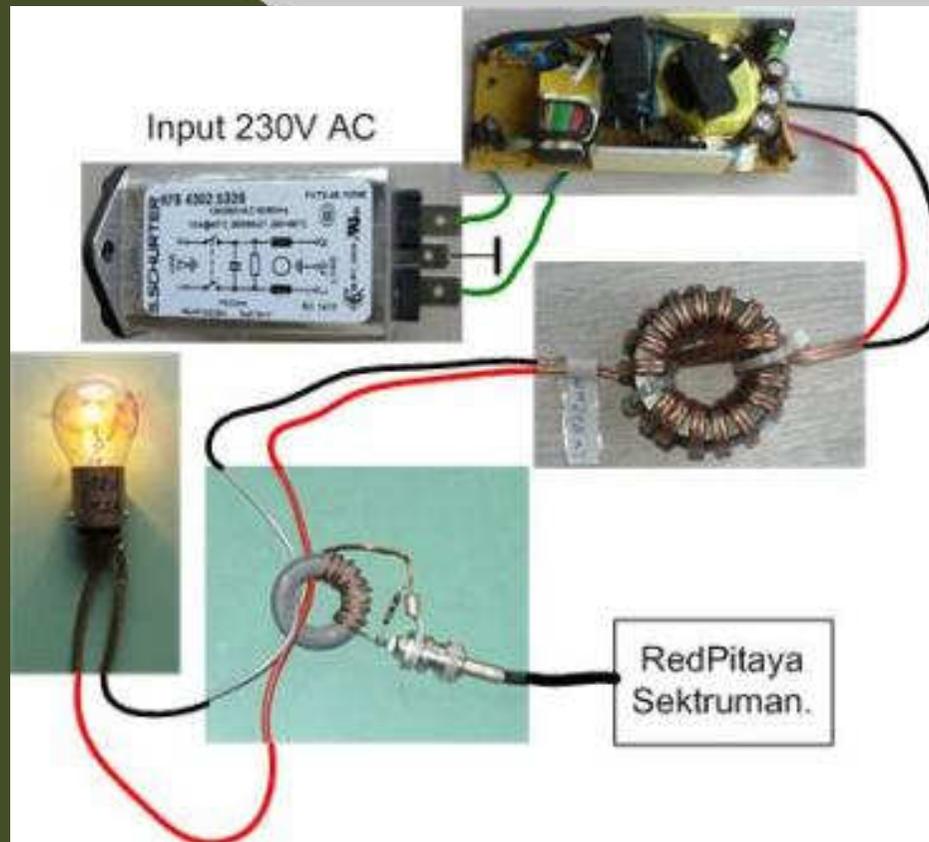
Prüfen auf Gegentaktstörung



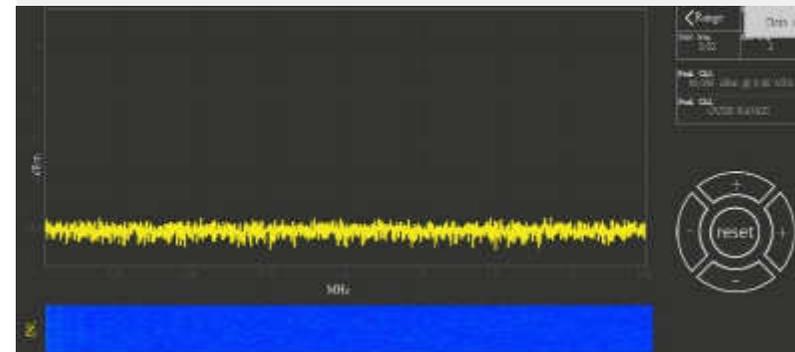
Aber hier sind Entstör-
Massnahmen notwendig!



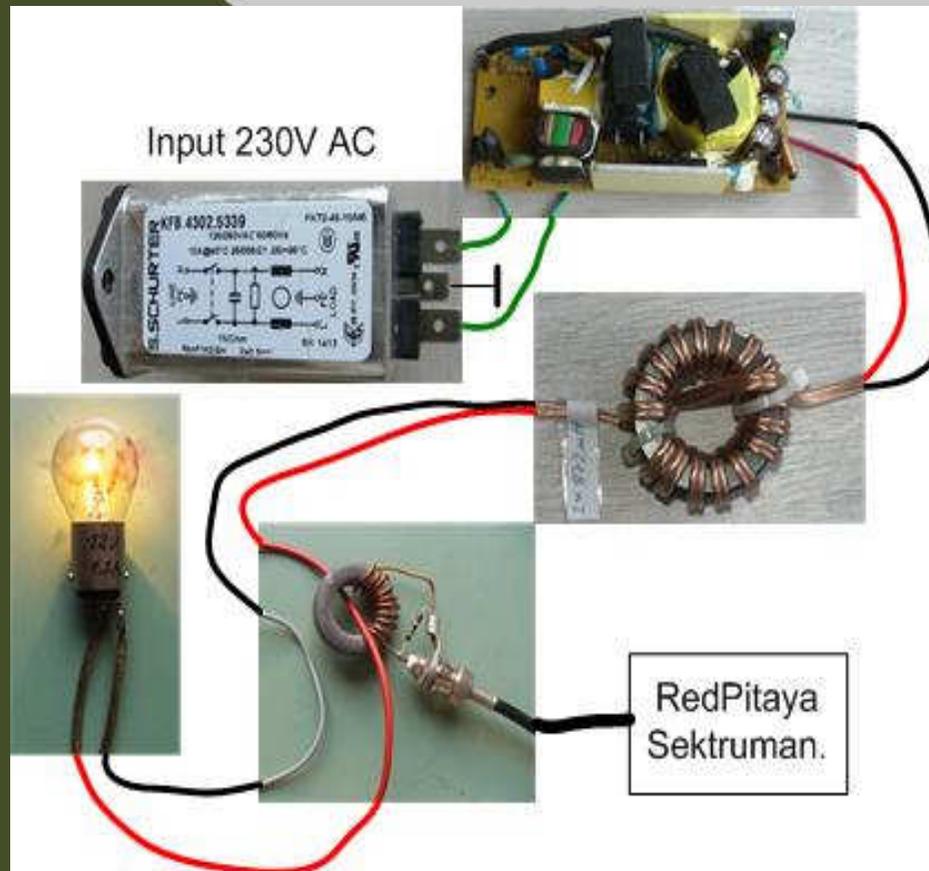
Schritt 2, Entstör Massnahmen



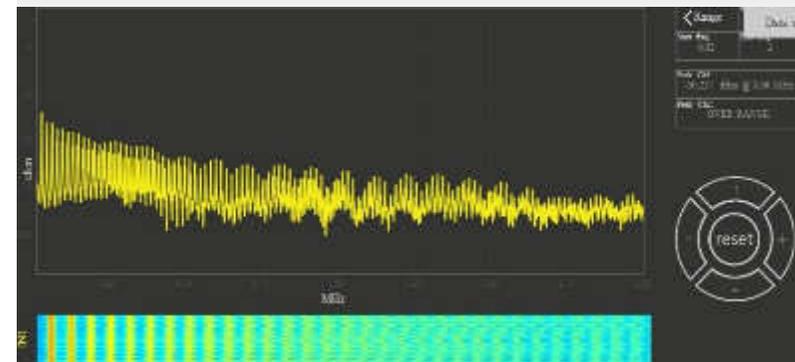
Wir bauen eine Mantelwellen Sperre ein und prüfen auf Gleichtakt Resultat wie erwartet, im Gleichtakt keine Störungen



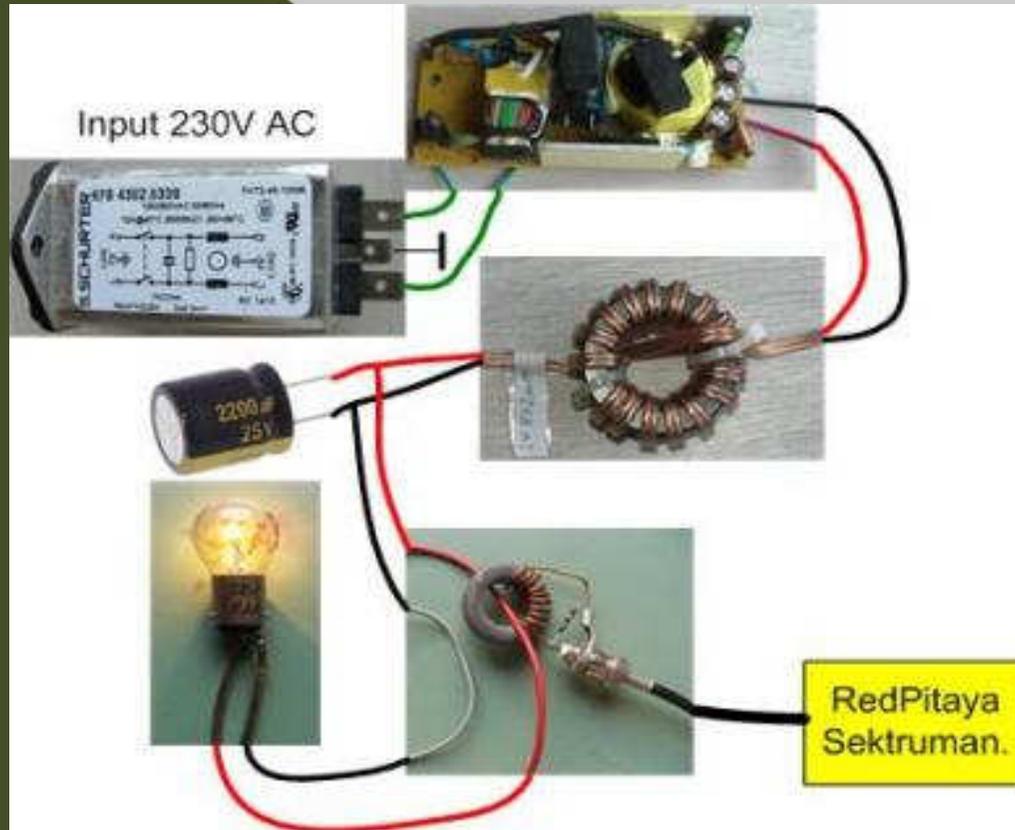
Schritt 2a, Entstör Massnahmen



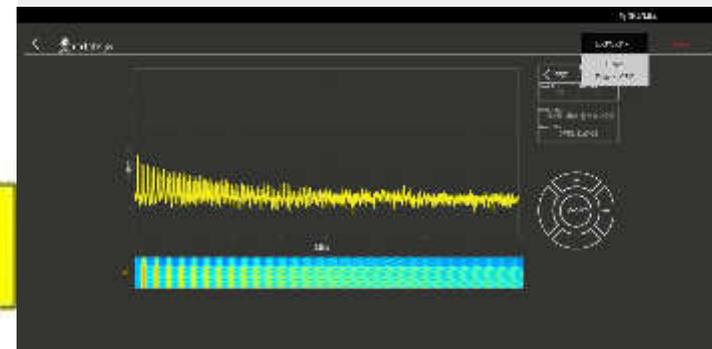
Wir bauen eine Mantelwellen Sperre ein und prüfen auf Gegentakt. Resultat: wie erwartet, im Gegentakt massive Störungen



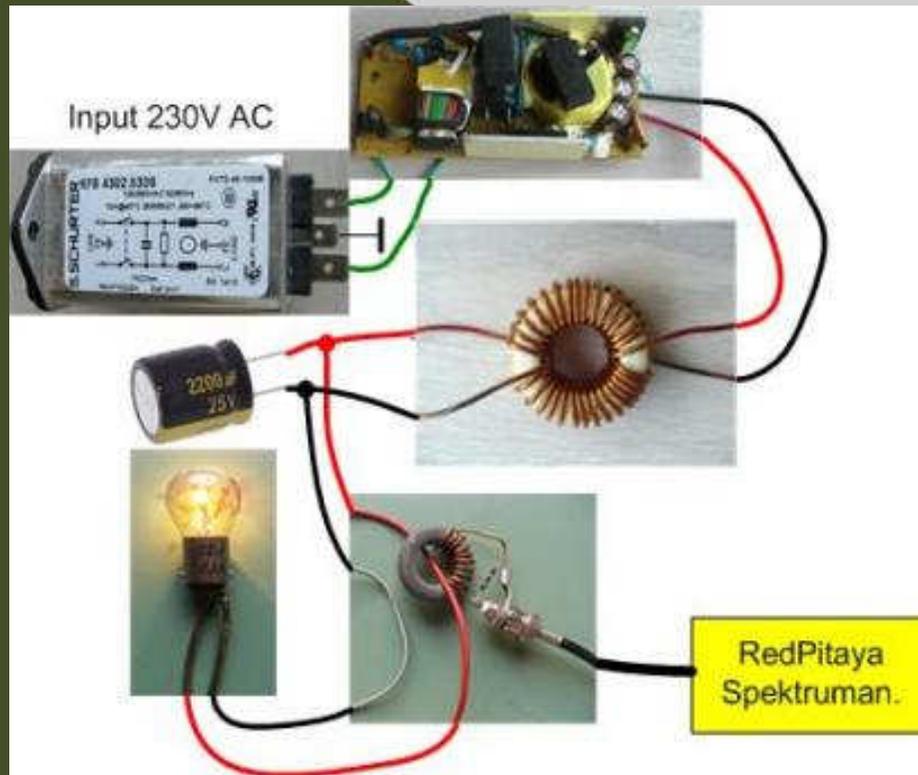
Schritt 3 mit Elko



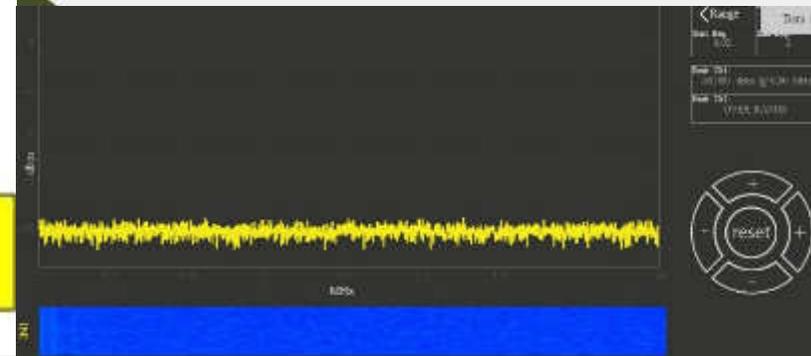
Ein Elko soll immer helfen?
Resultat: ein wenig besser, aber nicht Ok.



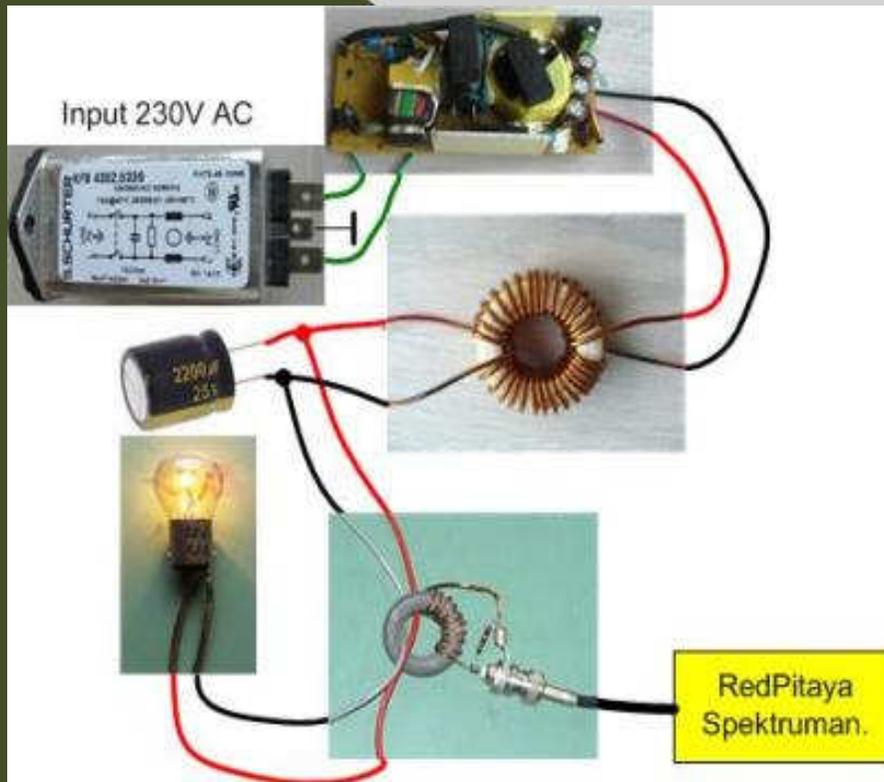
Schritt 4, Einbau Gegentakt-Drossel, Gegentakt-Test



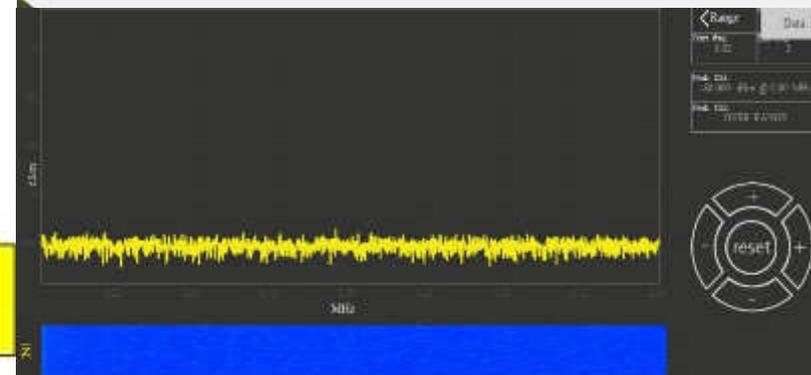
Resultat:
Aha! das ist die Lösung
Keine Störungen mehr
sichtbar



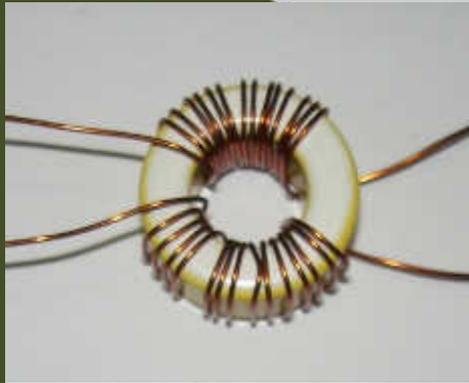
Schritt 4, Einbau Gegentakt-Drossel, Gleichtakt-Test



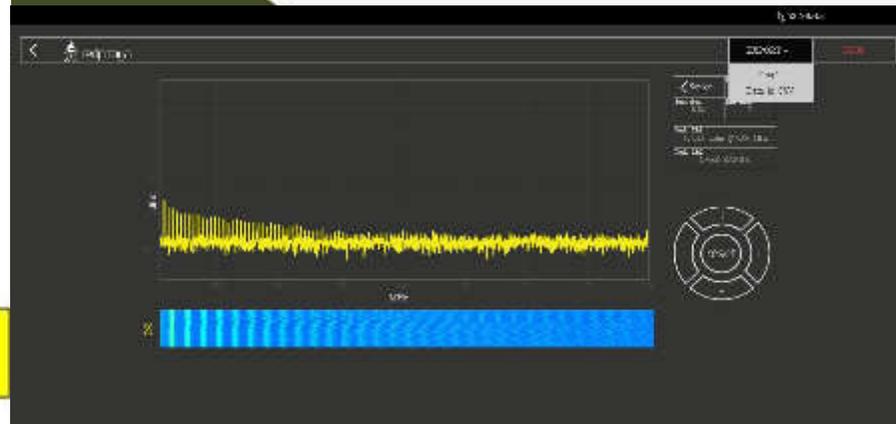
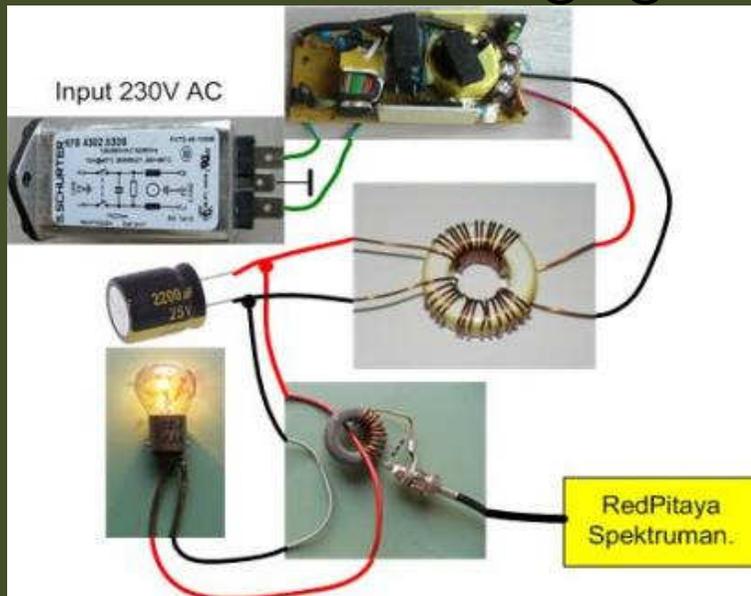
Resultat:
Aha! Auch hier keine
Störungen mehr sichtbar



Gegentakt-Drossel (Gt-Dr) mit falschem Wickelsinn!



Links, die Drossel ist keine Gegentakt-Drossel
Es ist ein Stromkompensierende Drossel. Dies hat keine Wirkung gegen Gleichtakt-Störungen !!



Die Gegentakt-Drossel (Gt-Dr)

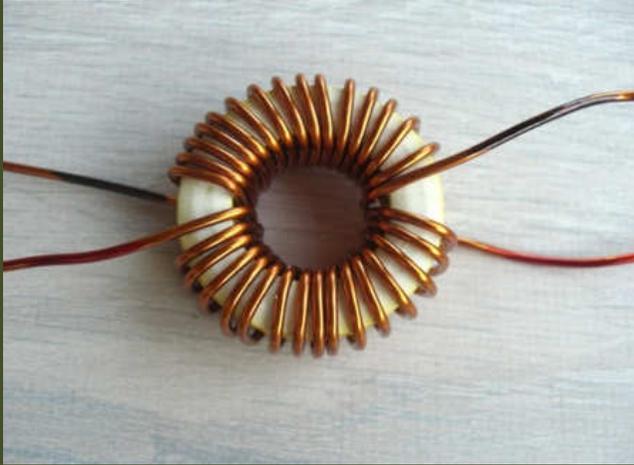


Bild links:
Das ist eine echte
Gegentakt-Drossel auf
einem Kern



Bild links:
Das ist eine echte
Gegentakt-Drossel,
verteilt auf zwei Kernen.
Dies wird für grosse
Ströme bei gleich grosser
Kernen angewandt

Die Wie sieht das aber auf der Primärseite, 230V AC, aus?



Da hilft uns eine zusätzliche Einrichtung.
Eine sogenannte Netznachbildung.
(Artificial Mains Network)

Wie sieht das aber auf der Primärseite, 230V AC, aus?



Bild links:
Prüfen von Gleichtakt-
Störungen.
Ja, solche sind vorhanden
und hörbar.

- Wir können das aber genau so gut mit unserm selbst gebauten Messkopf überprüfen
- Natürlich lässt dies Messung keine Absolut Messung zu.
- Aber immerhin über das Vorhanden sein von Gegen-, oder Gleichtaktstörungen

Die Wie sieht das aber auf der Primärseite, 230V AC, aus?



Bild links:
Prüfen von Gegentakt-
Störungen.
Ja, solche sind vorhanden
und hörbar.

Auch diese Störungen müssen wir unbedingt beseitigen
Dies aber zu realisieren bringt viel Aufwand und ich rate
aus Sicherheitsgründen von etwaigen Stromschlägen
davon ab.

Für die Primärseite stehen uns kommerzielle Filter zu Verfügung



Bild links:

- Ein Stecher – Filter mit eingebautem Schalter
- Wir sehen zugleich das Schema des eingebauten Filters



Bild links:

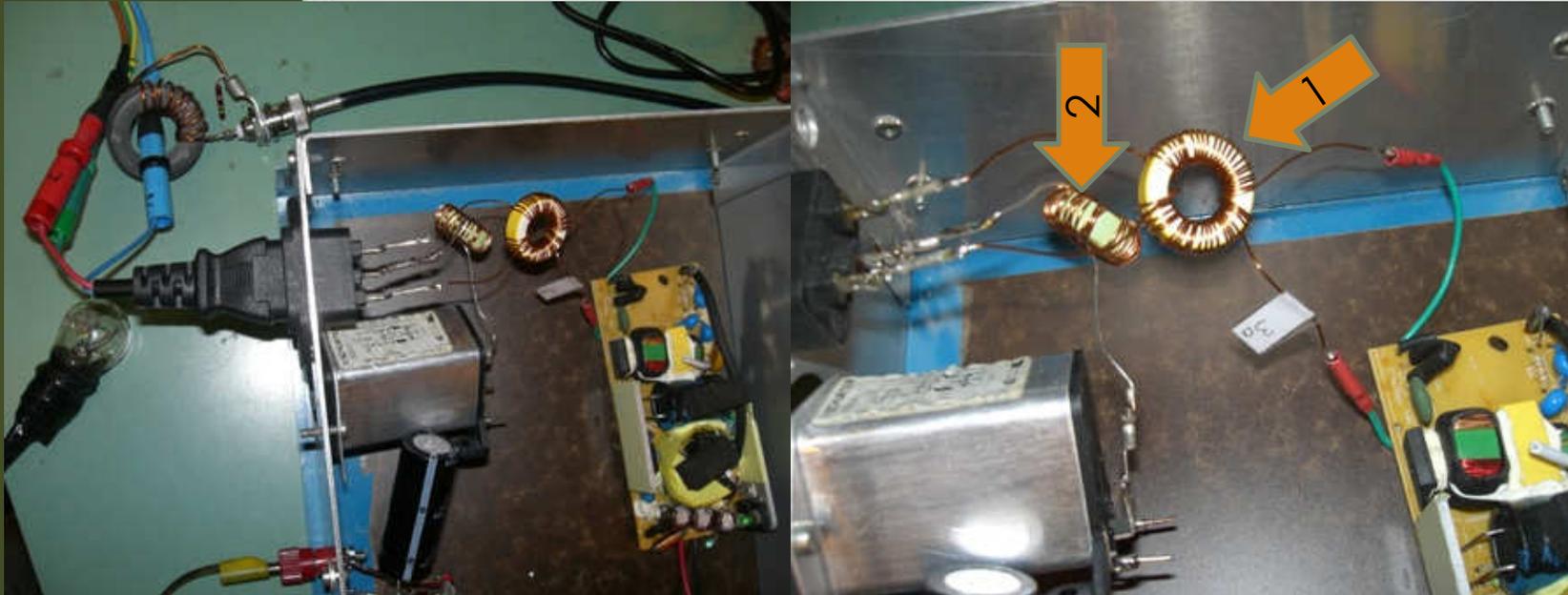
- Ein Eingau- Filter für höhere Ströme als die üblichen 10 A

Unser Erfolg mit einem Steckerfilter auf der Primär-Seite (230V AC)



Mit einem kommerziellen Stecker-Filter sind auch die Gegentakt- und Gleichtaktströme praktisch verschwunden

Wenn uns kommerzielle Filter noch zu wenig unterdrücken



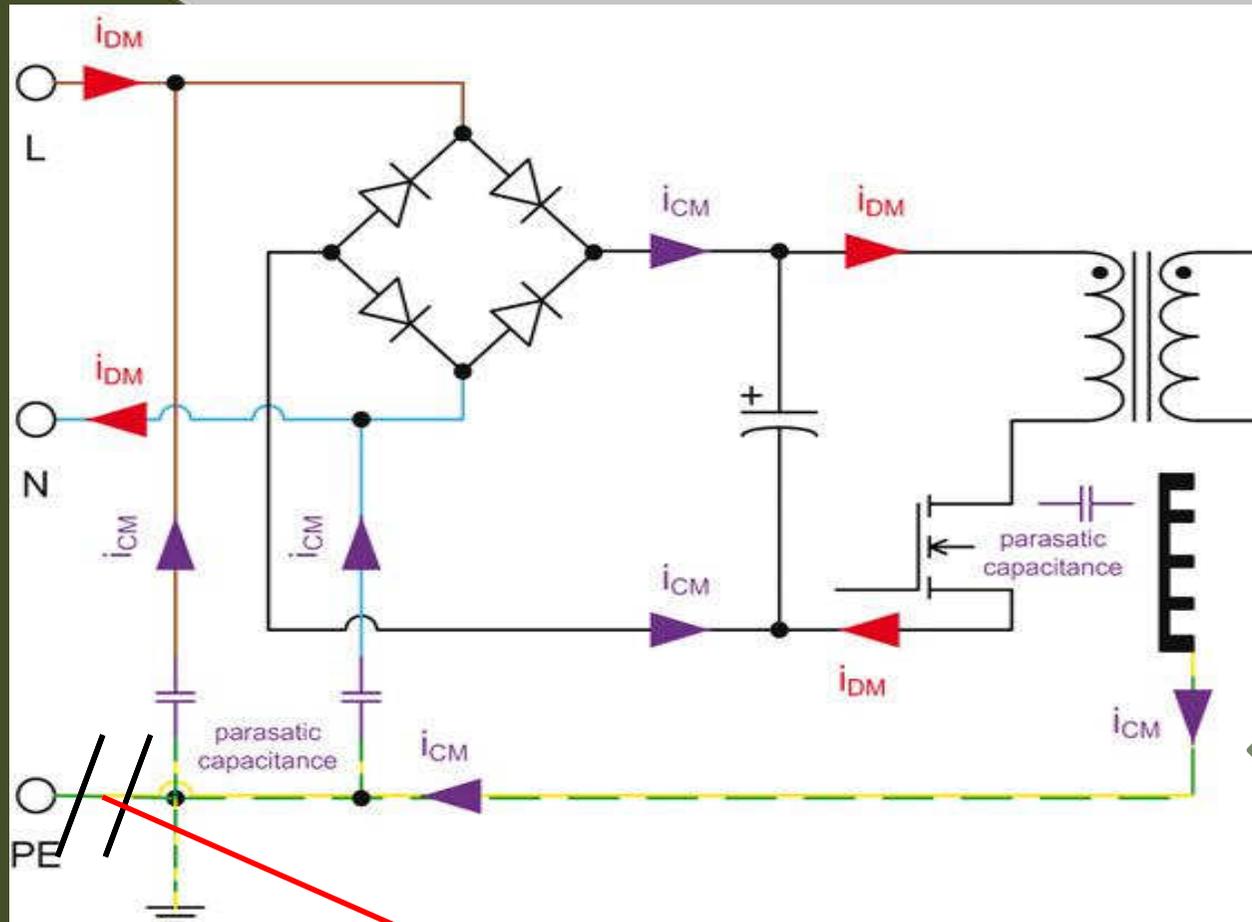
In diesem Falle müssen wir auch hier selbst Hand anlegen

1.) eine Gegentaktdrossel

2.) eine Drossel gegen Masse (warum? Siehe nächste Folie **grüner Pfeil 1**)

Bemerkung: Kommerzielle Filter sind oft nur Gleichtakt-Drosseln bestückt!

Warum Stört ein Schalt-Netzteil?



Hier Drossel einfügen
(Übung Strom beachten)

i_{DM}

Gegentakt- Ströme
(Differential – Mode)

i_{CM}

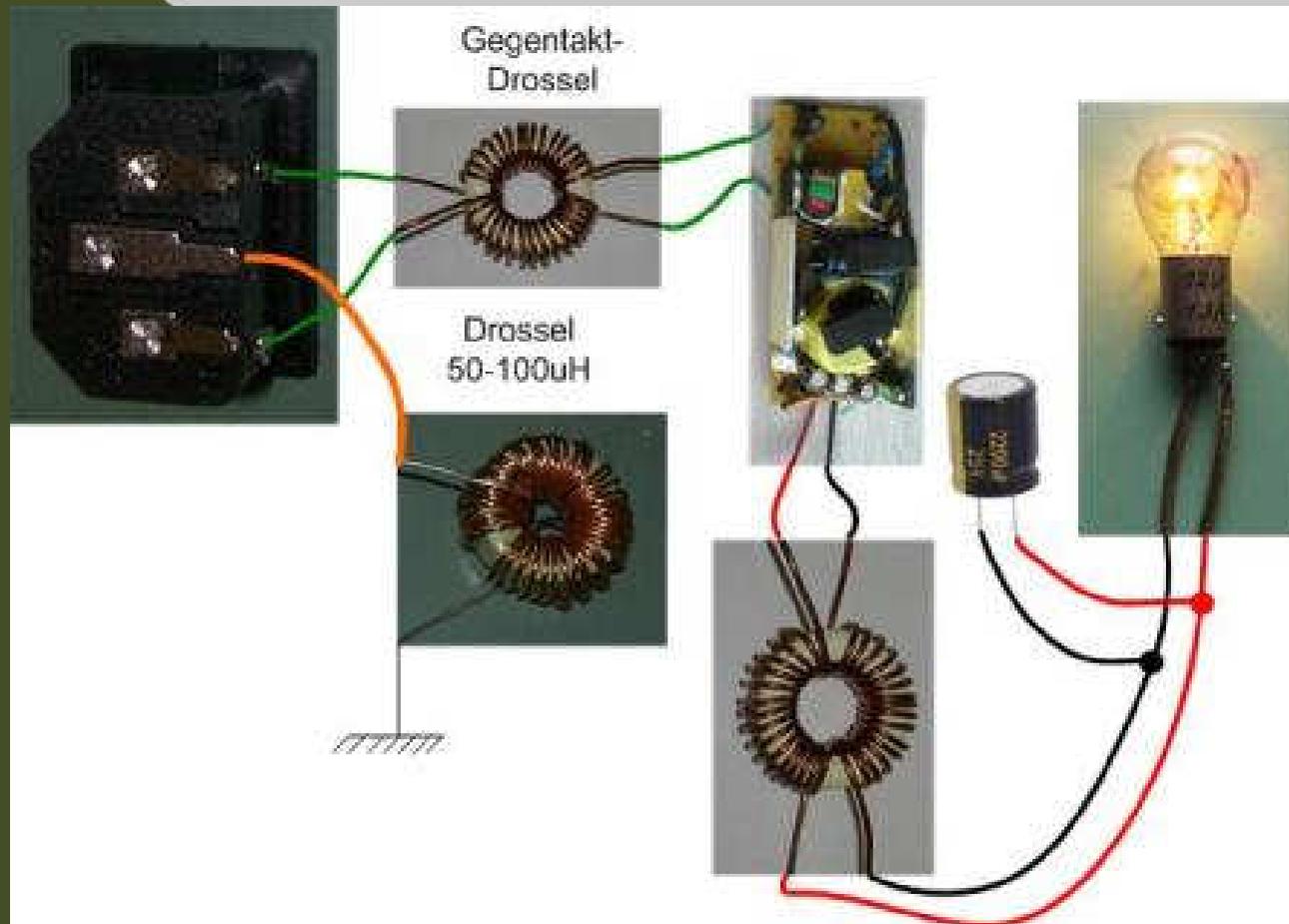
Gleichtakt- Ströme
(Common – Mode)



Problem

Kapazitive Kopplung
zwischen Drain MO.F
und Kühlkörper. **i_{CM}**
fließt über PE zu L+N

Eigenbau-Filter Netz-Seite 230V AC



Schema

Ringkern-Material

45

Die Schaltnetzteile arbeiten im kHz -Bereich, daher muss das Ringkern-Material primär für diesen Bereich gewählt werden. Um eine brauchbare Unterdrückung zu erhalten, sollte die Induktivität gleich-grösser als 50uH sein.

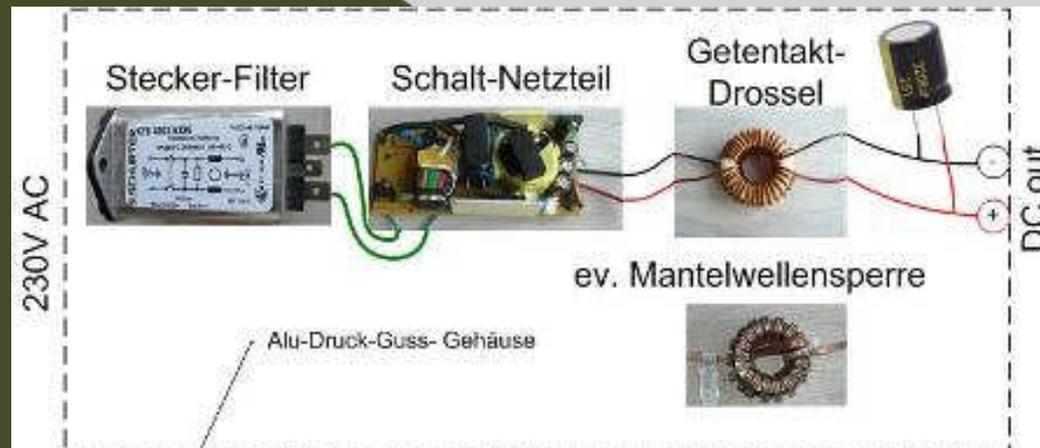
Sehr gut eignen sich folgende Materiale / Typen

Amidon -Material 26 (Farbe gelb-weiss)

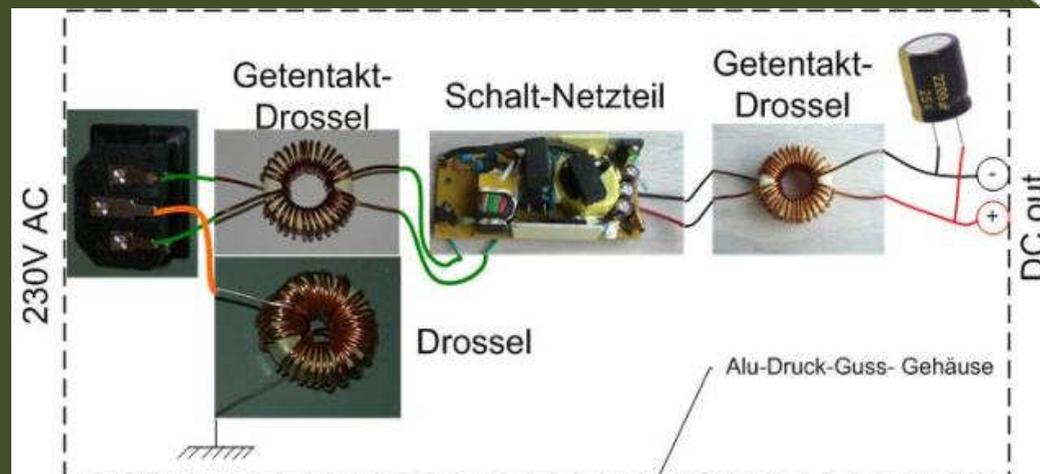
Ein T-106-26 ist somit gut geeignet für einen Strom bis ungefähr 3A, wenn man zwei davon einsetzt, (siehe Wickeltechnik) dann eben 6A

Zusammenfassung

Es lohnt sich, die eigenen Schalt-Netzteile zu entstören



In der Regel genügt ein kommerzielles Filter am Eingang. Das ist auch der sicherste und einfachste Weg.



Um wirklich alle Störungen zu beseitigen, müssen wir auch bei der 230V AC-Seite selber Hand anlegen

Ringkerne und Mat. siehe Tabelle 2

◎ Zusammenfassung

- ◎ Die alten Längsregler-Netzteile stören nicht☺
Daher nicht wegwerfen, sie dienen als Referenz!
- ◎ Das Thema Entstören ist identisch mit dem Thema über Antennen.
Nur die eigene Erfahrung bringt dich weiter!
- ◎ **8ung, dieser Beitrag ist keine Anleitung, lediglich Hinweise zur Behebung von Störungen. Daher lehne ich jegliche Haftung für Funktion und Sicherheit ab!**

◎ Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

- ◎ Ich wünsche euch viel Spass und Erfolg beim Entstören.

Fragen



Links zu meinen Quellen-Informationen:

Schurter EMV Fachtagung Technopark2008

https://ch.schurter.com/content/download/677217/13559265/file/Fachvortrag_Schurter.pdf

Behebung EMV Störungen Hans Breitenmoser

http://archiv.swisstmeeting.ch/tl_files/images/EMV%202014/2_4_Behebung%20von%20stoerungen_Hans%20Breitenmoser.pdf

TDK Deutschland

<https://de.tdk.eu/download/433954/a7c1529e38398c3082191bbea33b658f/pdf-general.pdf>

EMV im Dschungel der Richtlinien und Normen, Electrosuisse

http://archiv.swisstmeeting.ch/tl_files/images/emv2013/2_1_HAUSER_Electrosuisse_Richtlinien_Normen.pdf