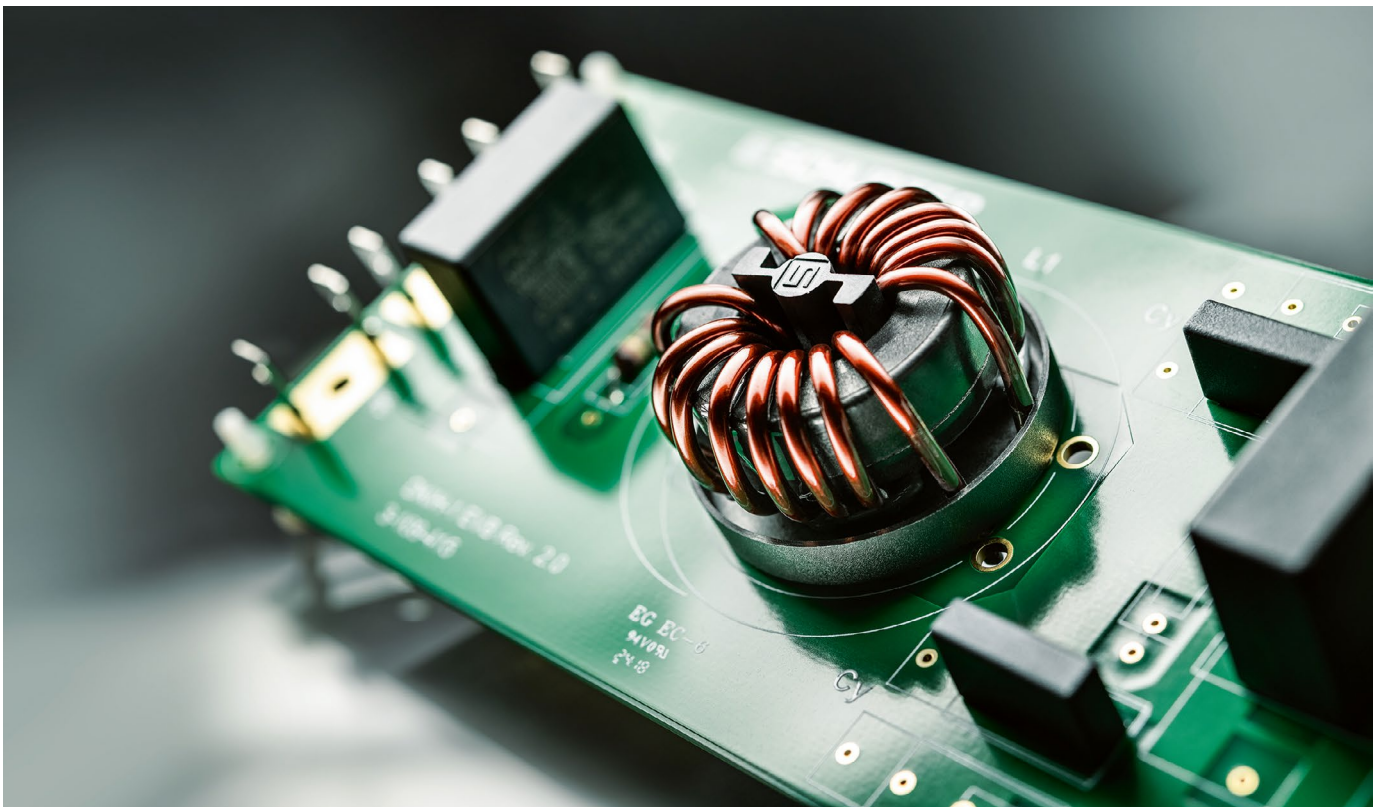


# In 6 Schritten zum idealen Filter

Die Ursachen von EMV-Störungen können unterschiedlichster Art sein. Daher sind Standard-Filter auch nicht immer die einfachste und beste Lösung. SCHURTER bietet neu ein sogenanntes "Evaluation Board" an, mit welchem sich innert kurzer Zeit in einem iterativen Prozess ein nahezu ideales Filter für den spezifischen Störfall bauen lässt.



DKIH1-EVB Evaluation Board

Jeder Entwickler eines elektrischen oder elektronischen Gerätes steht vor demselben Problem: Am Ende muss das Gerät internationalen EMV-Richtlinien bezüglich Emission und Immission standhalten ([EMV-Anforderungen im Euro-Raum](#) <sup>[1]</sup>). Im Zeitalter der Substituierung mechanischer und mechatronischer Systeme durch rein elektrische kommt der EMV somit eine stetig wachsende Bedeutung zu.

## Ursprung

Probleme, oftmals schwer vorhersehbarer Natur, entstehen zumeist im Leistungsteil. Wie die meisten Elektronik-Baugruppen wird auch der Leistungsteil vermehrt mit diskreten Komponenten auf Leiterplatten aufgebaut. Durch die hohe Integration von Bauteilen zum Erreichen einer kompakten Bauform können thermische Probleme aufgrund hoher Ströme auf

der Leiterplatte entstehen. Dadurch auftretende EMV-Störungen können sich wegen fehlender räumlicher Trennung auf benachbarte Baugruppen auswirken. Deshalb ist ein kompaktes Filter direkt auf der Leiterplatte mit diskreten Komponenten oftmals die beste Lösung. Und eine [Stromkompensierte Drossel](#) <sup>[2]</sup> mit Kondensatoren bildet die effizienteste Massnahme in der [EMV-Entstörung](#) <sup>[3]</sup>.

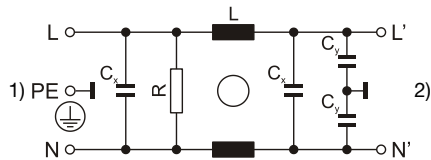
## Nichts geht ohne Messungen

Gleich vorweg: Nichts geht ohne Messungen. Nur wer selber EMV-Messungen nach EN 55011 durchführen kann, sollte die [DKIH Evaluation Boards](#) <sup>[4]</sup> näher ins Auge fassen. Varianten der Boards gibt es für 1-Phasen- und 3-Phasen-Systeme. Diese Evaluation Boards lassen sich in Systemen bis zu 50 Ampère einmessen.

## Filter Design

Ein EMV-Filter soll die Emissionen unter die für die Anwendung festgelegten Grenzwerte bringen. Die meisten Produktnormen verlangen Messungen im Bereich von 150 kHz bis 30 MHz leitungsgeführt und 30 bis 1000 MHz gestrahlt. Um einen EMV Konformen Betrieb zu gewährleisten sind oft Netzfilter nötig. Dazu werden klassische LC-Filter verwendet, die aus einer Kombination von Störschutzkondensatoren und [Drosseln](#) <sup>[5]</sup> bestehen. Die Drossel ist typischerweise als stromkompensierte Drossel aufgebaut mit zwei gegenläufigen Wicklungen und gleicher Anzahl Windungen. Dadurch werden die Magnetfelder kompensiert was zur Folge hat, dass der normale Betriebsstrom keine Induktivität sieht. Ein Schema eines typisches 1-Phasen-Filters ist in nachstehendem Bild zu sehen. Mit einer stromkompensierten

Drossel sowie zwei X-Kondensatoren zwischen L und N sowie zwei Y-Kondensatoren gegen Erde. Diese Schaltung ist sehr effektiv mit kleiner Verlustleistung, bringt aber eine gute Störungsämpfung über einen grossen Frequenzbereich.



Typisches 1-Phasen-Filter (FMAB NEO)

### Messung am realen Störer

Der universelle Aufbau erlaubt den Aufbau einer klassischen LC-Filtererschaltung. Zwei X-Kondensatoren verschiedenster Grösse können vor und nach der Drossel eingebaut werden sowie insgesamt vier Y-Kondensatoren. Zum Schutz gegen elektrischen Schlag sind Ableitwiderstände vorgesehen. Der Anschluss erfolgt über zwei Steckungen 6.3 x 0.8 mm, eine 4 mm Bohrung oder direktes anlöten der Kabel auf die grossflächigen Pads. Es empfiehlt sich den Erdanschluss möglichst flächig durch Kupfertape oder breite Kupferlitze zu erstellen. Die Wirkung der Y-Kondensatoren wird erheblich durch die Anbindung beeinflusst.



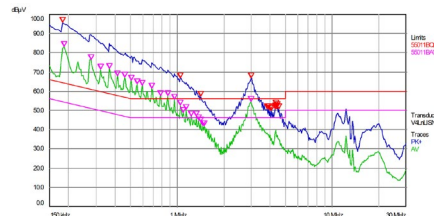
DKIH-1 EVB

Wenn man keine vorgängigen Messungen oder Simulationen gemacht hat ist meist nicht bekannt, ob wir es mit einer hohen asymmetrischen (L/N gegen PE) oder symmetrischen (L gegen N) Störung zu tun haben.

Es empfiehlt sich immer zuerst eine Messung ohne Filterkomponenten am Gerät zu machen. Dabei muss darauf geachtet werden, den maximalen Störpegel zu finden. Dieser ist entscheidend für die EMV-Konformität.

### Schritt 1

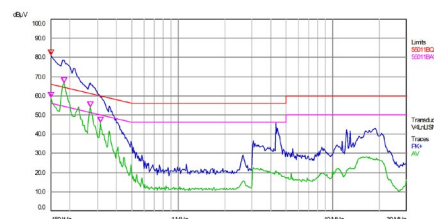
Messung ohne Filterkomponenten, leitungsgeführt 150 kHz 30 MHz



- Die Grenzwerte werden klar überschritten.

### Schritt 2

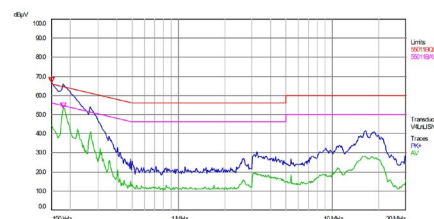
Bestückung des Evaluation Boards DKIH1-EVB mit Drossel 0.8 mH (10 A Ferrit) und Kapazitäten von 2 x 470 nF und 4 x 2.2 nF



- Ungenügende Dämpfung, insbesondere im tieferen Frequenzbereich
- Durch grössere X-Kondensatoren kann die Dämpfung im tieferen Bereich erhöht werden

### Schritt 3

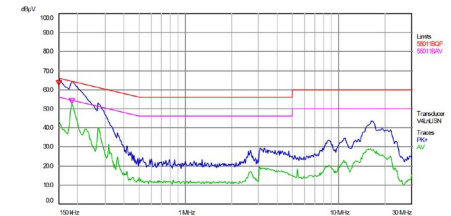
Bestückung des Evaluation Boards DKIH1-EVB mit Drossel 0.8mH (10 A Ferrit) und grösseren X-Kapazitäten von 2 x 1.0 μF und 4 x 2.2 nF



- Noch immer knapp ungenügende Dämpfung trotz grösserer X-Kondensatoren.
- Ein Austausch der Drossel mit Ferrit-Kern durch eine Drossel mit nanokristallinem Kern mit viel höherer Induktivität (6.9 mH statt 0.8 mH) ist angesagt.

### Schritt 4

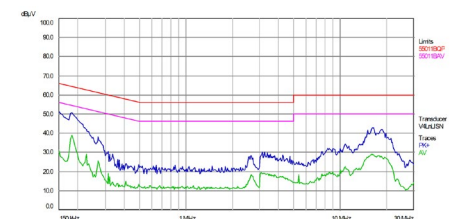
Bestückung des Evaluation Boards DKIH1-EVB mit nanokristalliner Drossel 6.9 mH (10 A NK), Kapazitäten verbleiben bei 2 x 1 μF und 4 x 2.2 nF



- Nur noch knapp ungenügende Dämpfung infolge der grösseren Induktivität.
- Filterwirkung noch nicht optimal.

### Schritt 5

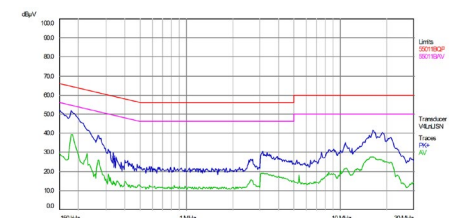
Bestückung des Evaluation Boards DKIH1-EVB 6.9 mH (10 A NK), X-Kondensatoren vergrössert auf 2 x 2.2 μF, Y-Kondensatoren verbleiben bei 4 x 2.2 nF



- Sehr gute Dämpfung dank grösserer X-Kondensatoren.
- Schaltung kann aber noch kosten- und platzoptimiert werden.

### Schritt 6

Bestückung des Evaluation Boards DKIH1-EVB mit Ferrit-Drossel 0.8 mH (10 A Ferrit), Kapazitäten bleiben gleich bei 2 x 2.2 μF, 4 x 2.2 nF



- Der Anteil der asymmetrischen Störungen ist bei diesem Beispiel nicht sehr gross, so dass die Induktivität reduziert werden kann.
- Kostenoptimierte Schaltung mit grossen X-Kondensatoren anstelle teurer nanokristalliner Drosseln.

**Vor der Umsetzung**

Ist eine passende Schaltung auf dem Evaluation Board gefunden, gilt es einige Fragen zu beachten, bevor die Schaltung auf der Geräteplatine umgesetzt wird:

- Massenanbindung der Y-Kondensatoren?
- Ableitstrom der Y-Kondensatoren?
- Erwärmung der Drossel (bei kritischem Laststrom Temperatur messen)?
- Platzbedarf der Komponenten?
- Ist das Temperatur-Rating der Komponenten ausreichend?
- Sind die Spannungs-Ratings der Kondensatoren ausreichend?
- Entsprechen die Kondensatoren den gängigen Sicherheitsanforderungen für die verwendete Netzspannung? Die IEC-Normen verlangen bei 250 VAC-Anwendungen in der Regel den Einsatz von Sicherheitskondensatoren mindestens der Klasse X2 und Y2.
- Hochspannungsanforderungen an die Kondensatoren?

Besonders die Ableitströme sind oft kritisch aufgrund von Anwendungs- oder Normanforderungen. Es empfiehlt sich, die Ströme der gesamten Anlage mit eingebauter Filterschaltung zu messen.

Die normalen Ableitströme der eingesetzten Kondensatoren können einfach berechnet werden:

$$I_L = 2\pi \cdot f_n \cdot U_n \cdot C_y$$

**Zusammenfassung**

Dank der neuen SCHURTER DKIH Evaluation Boards können verschiedenste Filterkonfigurationen schnell ohne Änderungen am Platinenlayout eingemessen werden. Mit hohen L- und C-Komponentenwerten können die allermeisten Störungen ausreichend gedämpft werden.

Die Kunst des optimalen Filterdesigns ist aber die richtige Komponenten-Kombination zu finden. Oft sind etwas kleinere C- und L-Werte ausreichend, wenn es optimal kombiniert wird.

Es empfiehlt sich die fertige Anwendung mit dem finalen Filterdesign auf der Platine nochmals auszumessen. Eine EMV-Messung der fertigen Anlage oder des Gerätes ist unabdingbar für die Konformitätserklärung.

Bei Unklarheiten und Messproblemen steht Ihnen unser [EMV-Service](#) <sup>[6]</sup> gerne mit Rat und Tat zu Seite.

**Unternehmen**

SCHURTER ist ein weltweit führender Innovator und Produzent von Elektro- und Elektronikkomponenten. Im Zentrum stehen die sichere Stromzuführung und die einfache Bedienung von Geräten.

SCHURTER AG  
Werkhofstrasse 8-12  
CH-6002 Luzern  
+41 41 369 31 11  
[contact@schurter.ch](mailto:contact@schurter.ch)  
[schurter.com](http://schurter.com)

**Referenzen / Dokument Downloads**

- [1]: <https://www.schurter.ch/Komponenten/EMV-Produkte/Allgemeine-Produktinformationen#27>  
 [2]: [https://www.schurter.ch/Komponenten/Katalog?\(PG81\\_82\)/1&\(function\)/Stromkompensierte Drossel](https://www.schurter.ch/Komponenten/Katalog?(PG81_82)/1&(function)/Stromkompensierte Drossel)  
 [3]: <https://www.schurter.ch/Komponenten/EMV-Produkte/Allgemeine-Produktinformationen#24.2>  
 [4]: <https://www.schurter.com/de/datenblatt/DKIH-EVB>  
 [5]: [https://www.schurter.ch/wwwsc/con\\_pg81\\_82.asp?language\\_id=1](https://www.schurter.ch/wwwsc/con_pg81_82.asp?language_id=1)  
 [6]: <https://www.schurter.com/emv-service>