



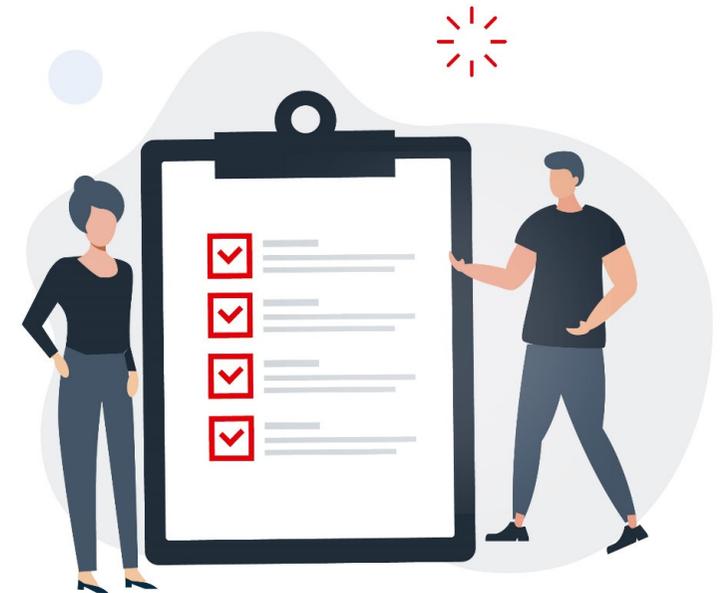
EMV GERECHTES ÜBERTRAGER DESIGN

Dr. Christoph Birner
Technical Lead – Custom Magnetics
Christoph.Birner@we-online.de

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

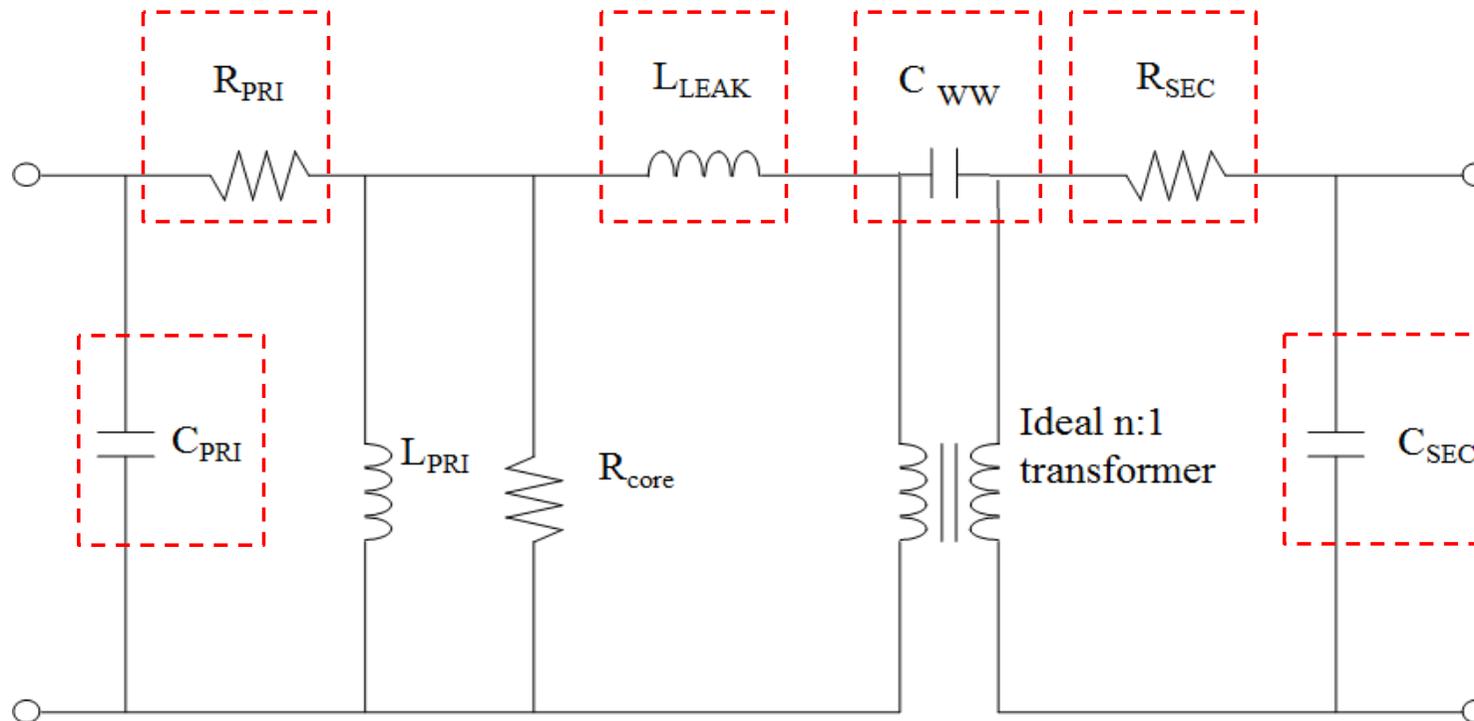
AGENDA

- Parasitäre Eigenschaften des Übertragers
- Einfluss des Übertragers auf EMV
- Leitungsgebundene vs. Abgestrahlte Störung
- Einfluss von Schirmwicklungen und zusätzliche Optimierungsmöglichkeiten



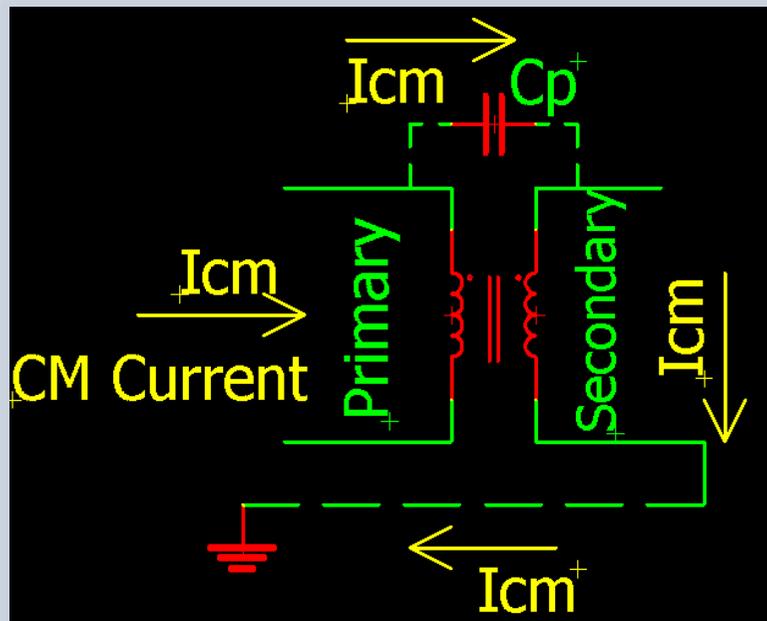
PARASITÄRE EIGENSCHAFTEN DES ÜBERTRAGERS

- DC Widerstand, Streuinduktivität, Wicklungskapazität und Zwischenwicklungskapazität.



EINFLUSS DES ÜBERTRAGERS AUF EMV

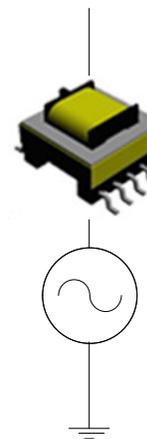
150kHz-30MHz



- **Leitungsgebundene Störung:** Strompfad der Gleichtaktstörung von der Primär- zur Sekundärseite über die Zwischenwicklungskapazität.

30MHz+

Transmitter



Receiver

E
H



External Circuitry

Cables

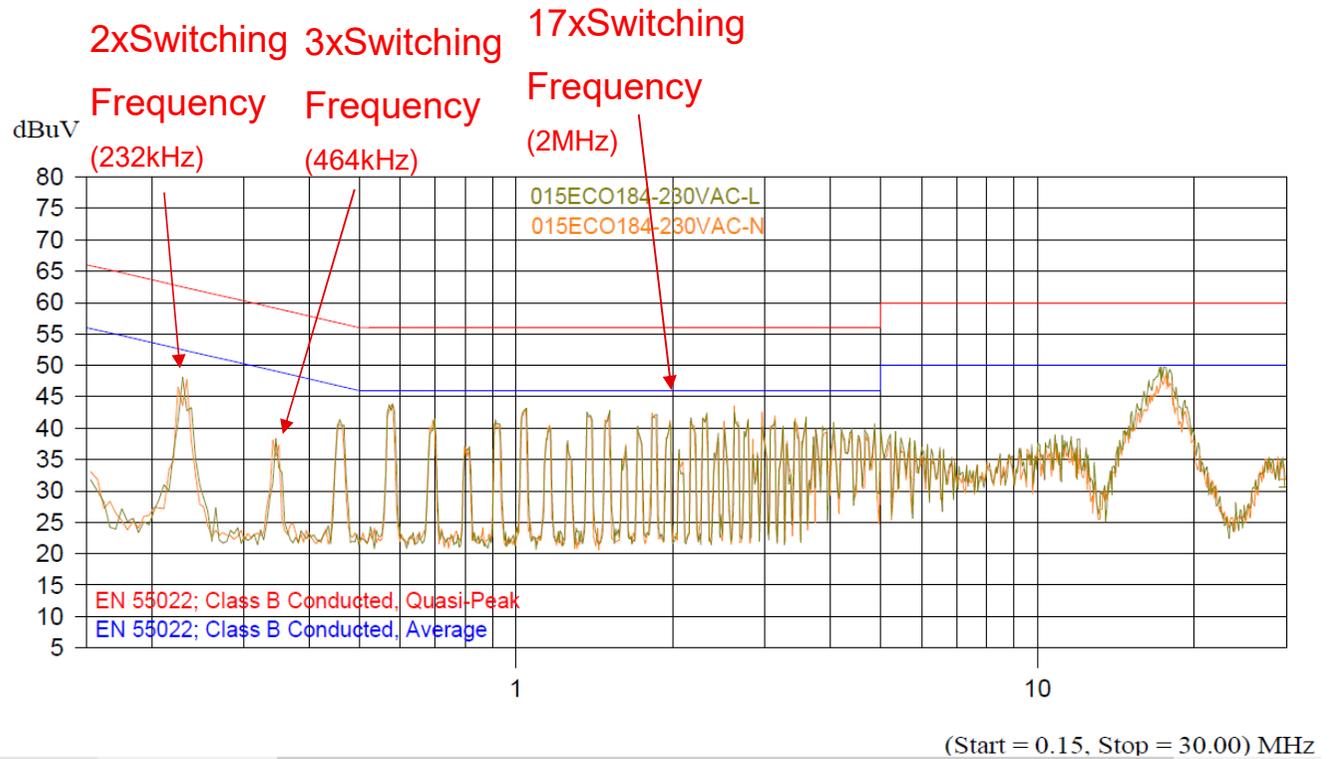
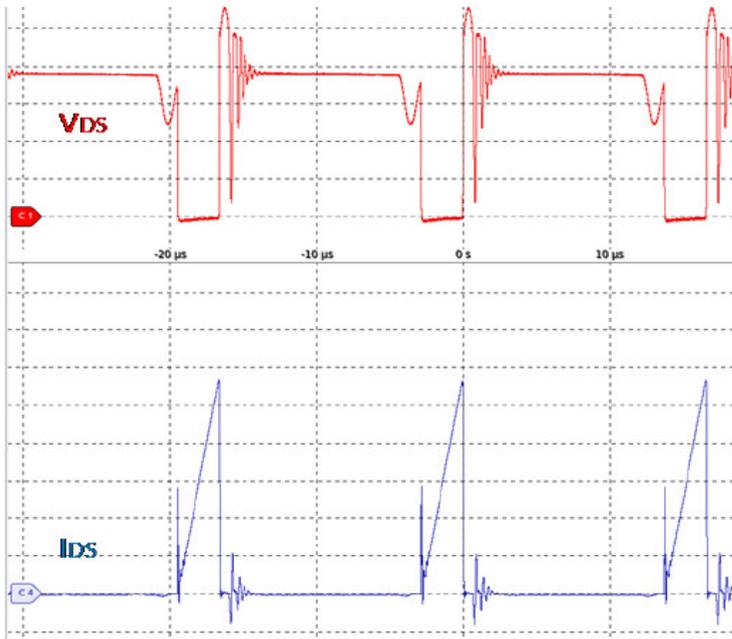
Other Components

PCB traces

- **Abgestrahlte Störung:** Die Wicklungen des Übertragers wirken als Antenne. Die Strahlung koppelt in umliegende Schaltungen und Kabel.

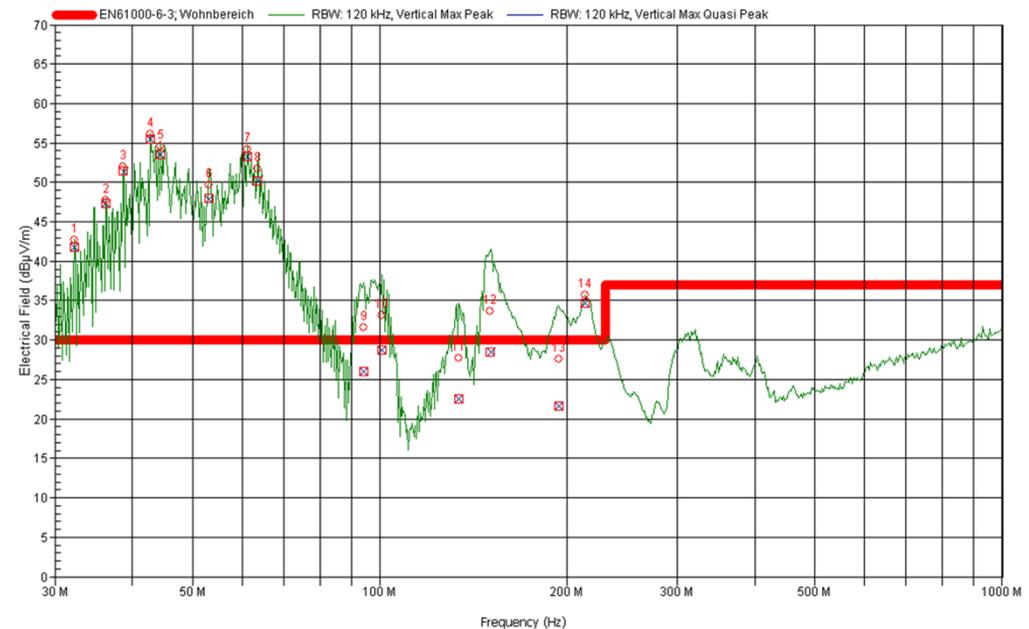
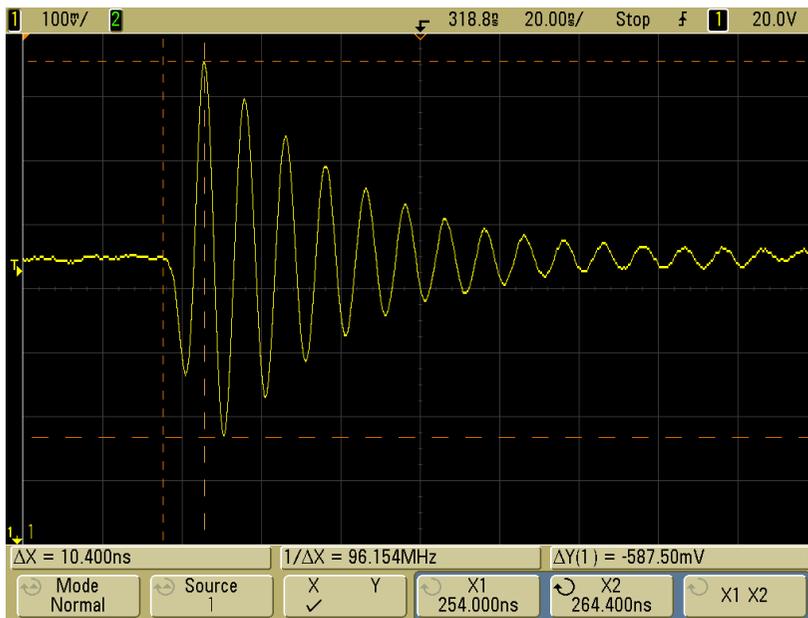
LEITUNGSGEBUNDENE STÖRUNG: SCHALTFREQUENZ

- Harmonische Oberschwingungen der Schaltfrequenz.



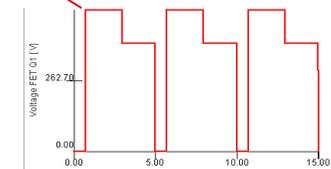
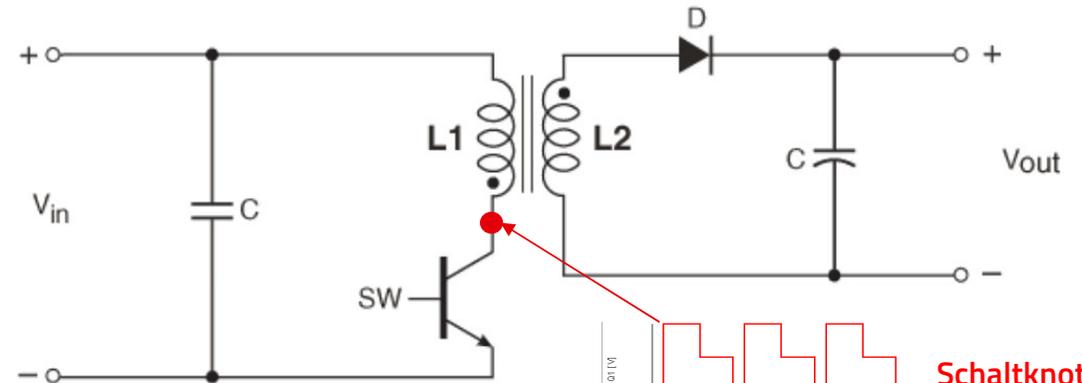
ABGESTRAHLTE STÖRUNG: RESONANZEN

- Parasitäre Eigenschaften in der Schaltung erzeugen unerwünschte Schwingkreise.
- Schwingungen im Bereich der Resonanzfrequenz werden abgestrahlt und zeigen sich als Spitzen im Frequenzspektrum.

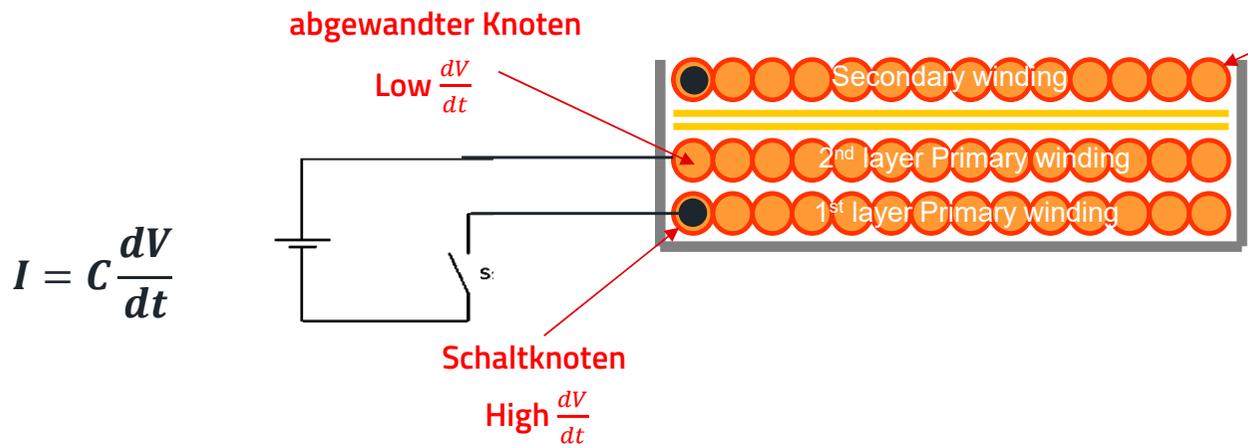


EMV GERECHTES DESIGN – BEST PRACTICE

- Wie wickelt man eine mehrlagige Primärwindung?
 - Der Schaltknoten sollte im Inneren des Wickelaufbaus platziert werden.
 - Die äußeren Wicklungen wirken als Abschirmung.



Schaltknoten –
schlecht für
EMV



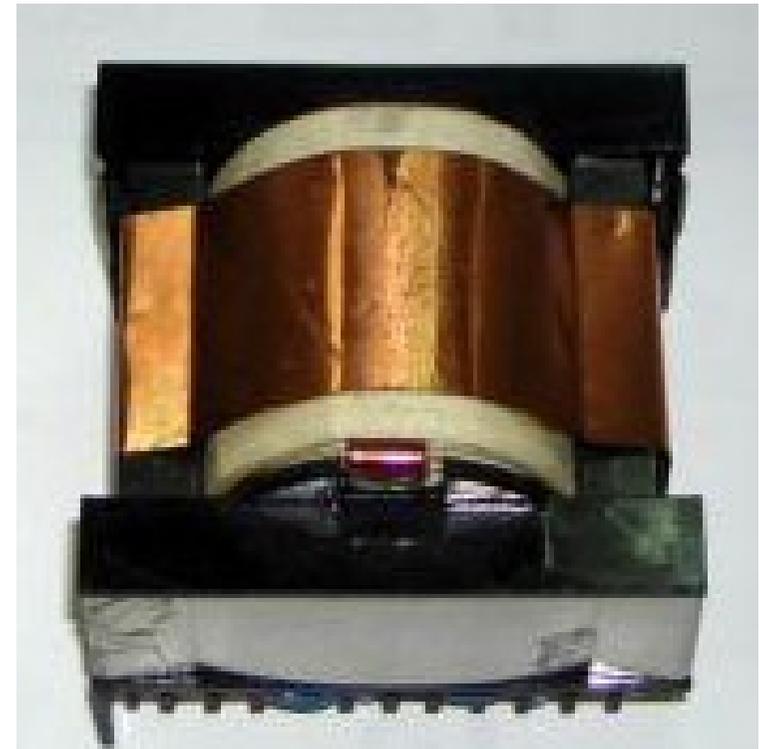
abgewandter Knoten

Äußere Wicklungen wirken
als Abschirmung.

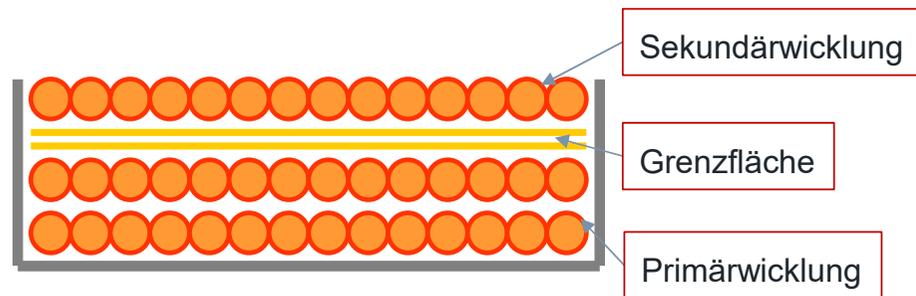
EMV GERECHTES DESIGN – BEST PRACTICE

Wie können kleine Bauformen zur Reduzierung von EMV-Störungen beitragen?

- **Kleinere Trafos haben geringere parasitäre Eigenschaften.**
 - Weniger Kapazität.
 - Kürzere Anschlussdrähte (d.h. kürzere Antennen).
 - Kleinere Luftspalte.
 - Geringere Streuinduktivität.
- **Geringere leitungsgebundene und abgestrahlte Störungen.**

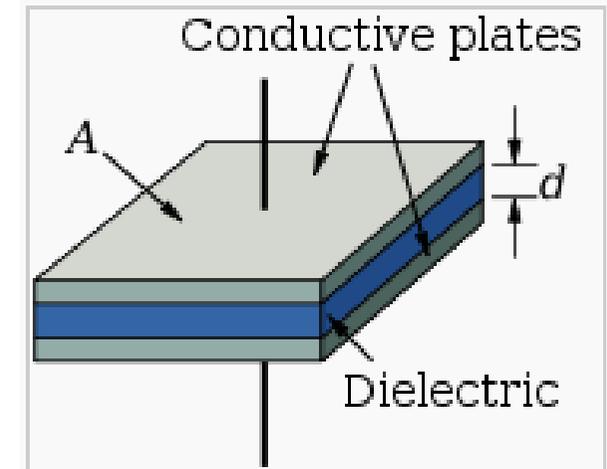
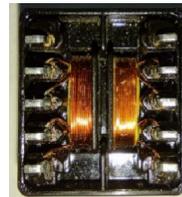


EINFLUSS DER ZWISCHENWICKLUNGSKAPAZITÄT



Wie reduziert man die Zwischenwicklungskapazität?

- **Spulenkörper mit mehreren Wickelfenstern.**
 - Verkleinerung der Fläche (A).
- **Mehrere Lagen Isolierband an der Grenzfläche oder dickere Drahtisolierung.**
 - Vergrößerung des Abstands (d).



$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d} \text{ (in SI units)}$$

- **Verringerung der Dielektrizitätskonstante ϵ_r**
 - Verzicht auf Lackimprägnierung.
 - Bonus: Kein Einfluss auf L_{leak} .

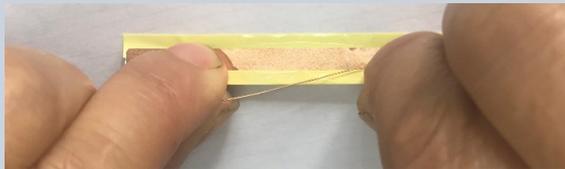
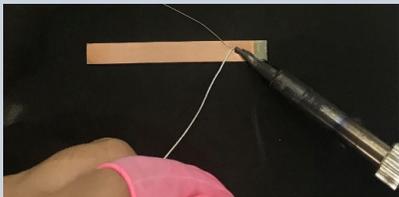
Achtung: Wie verändert sich L_{leak} ?

INTERNE ABSCHIRMUNG MIT KUPFERFOLIE

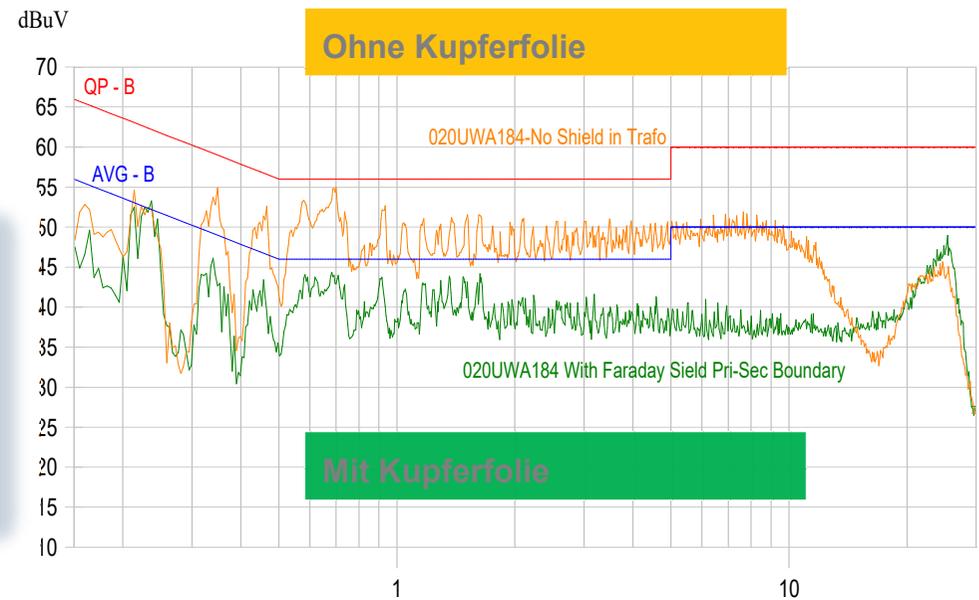
- **Kupferfolie wird mit Klebeband ummantelt und mit der Systemmasse verbunden.**

- ▲ Schirmt leitungsgebundene und abgestrahlte Störungen.
- ▲ Gute Ergebnisse.

- ▼ Hoher Arbeitsaufwand.
- ▼ Automatisierung kaum möglich.



Leitungsgebundene Störungen-20W Flyback SMPS



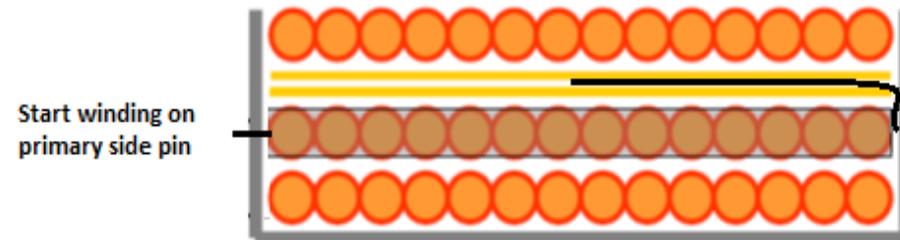
20/07/2018 16:42:53

(Start = 0.15, Stop = 30.00) MHz

INTERNE ABSCHIRMUNG MIT DRAHTWICKLUNG

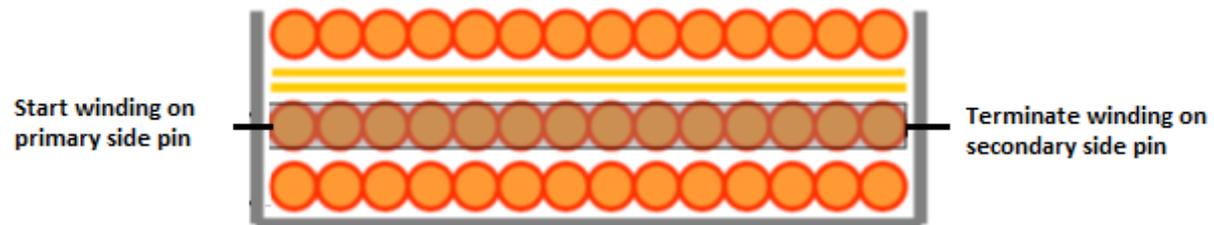
- **Kompakte Einzellege:** Ein Ende der Wicklung wird am Pin befestigt, das andere Ende verbleibt innerhalb der Wicklung.

- ▲ Schirmt leitungsgebundene und abgestrahlte Störungen.
- ▼ Positionierung des freien Endes in der Wicklung ist ein manueller Prozess.



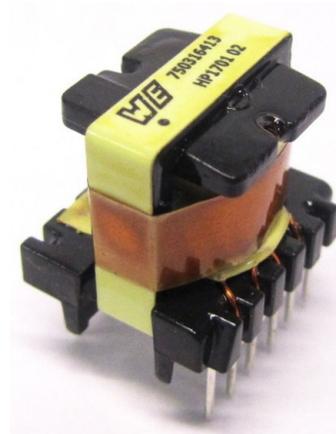
- **Für Automatisierung (niedrigere Kosten),** sollten beide Enden der Wicklung an einem Pin befestigt werden.

- ▲ Schirmt leitungsgebundene und abgestrahlte Störungen.
- ▲ Vollständige Automatisierung möglich.



EXTERNE ABSCHIRMUNG MIT KUPFERFOLIE

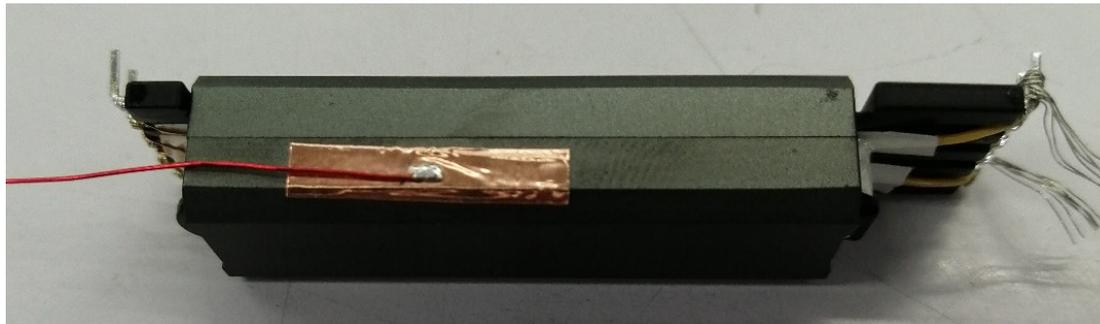
- Kupferfolie wird um den fertigen Transformator (Spule und Kern) gewickelt.



- ▲ Kann nachträglich hinzugefügt werden wenn es Probleme beim EMV Test gibt.
- ▼ Schirmt nur abgestrahlte Störungen.
- ▼ Meistens teurer als eine interne Schirmung mit Wicklungen.
- ▼ Kann die Temperatur des Transformators erhöhen.

EXTERNE ABSCHIRMUNG MIT GEERDETEM KERN

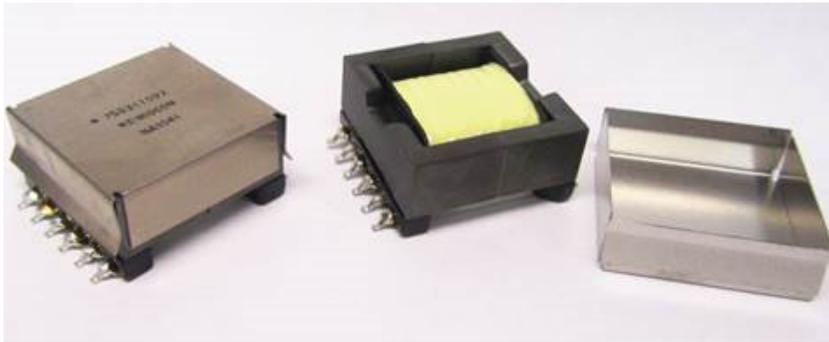
- **Kupferfolie wird mit leitfähigem Klebstoff auf den Kern geklebt.**
- **Anschlussdraht wird auf Kupferfolie gelötet und mit Systemmasse verbunden.**



- ▲ Kann nachträglich hinzugefügt werden wenn es Probleme beim EMV Test gibt.
- ▲ Bessere Abschirmung als eine einfache Kupferfolie.
- ▼ Teurer als eine interne Schirmung mit Drahtwicklung.

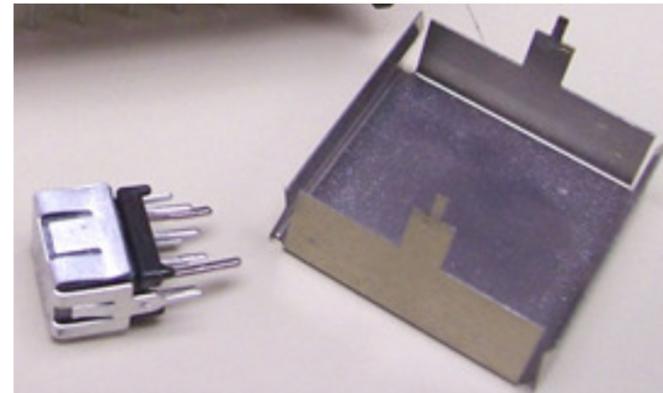
EXTERNE SCHIRMUNG MIT METALLKAPPE

- **EFD 20 mit Metallkappe.**



- ▲ Einfache Montage.
- ▲ Kann nachträglich hinzugefügt werden.
- ▼ Hauptverwendungszweck: automatische Bestückung (pick and place).
- ▼ Kann die Kriechstrecke beeinflussen.

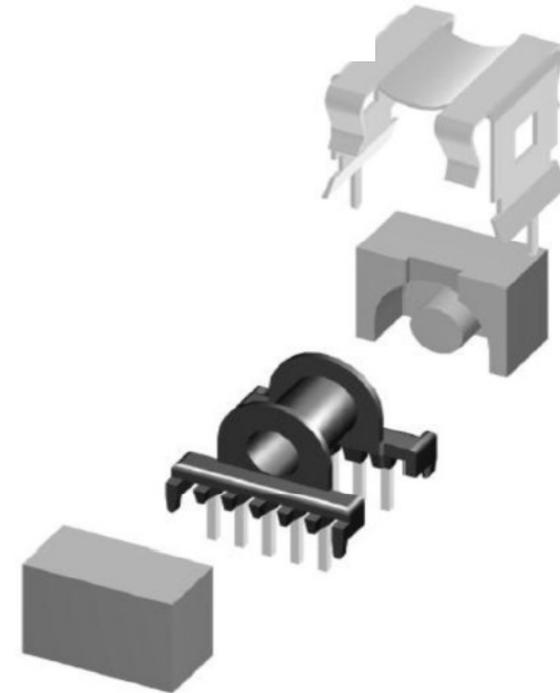
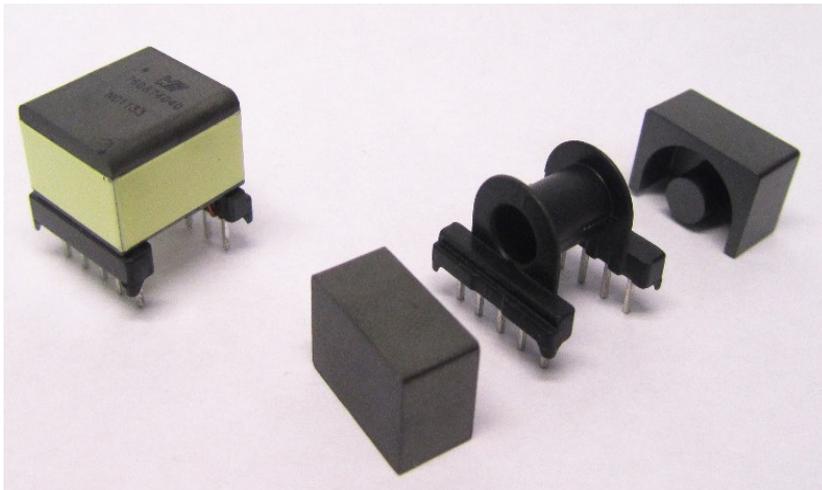
- **Metallkappe kann zusätzlich geerdet werden.**



- ▲ Sehr guter elektrischer Kontakt mit dem Kern.
- ▼ Begrenzte Verfügbarkeit.
- ▼ Eher teuer im Vergleich zu einer einfachen Kappe.

EXTERNE SCHIRMUNG MIT GESCHLOSSENEM KERN

EP Bauform: geschlossener Kern bietet zusätzliche Abschirmung.



- ▲ Geringe Kosten
- ▲ Standardlösung

EINFLUSS VON "FLYING LEADS"

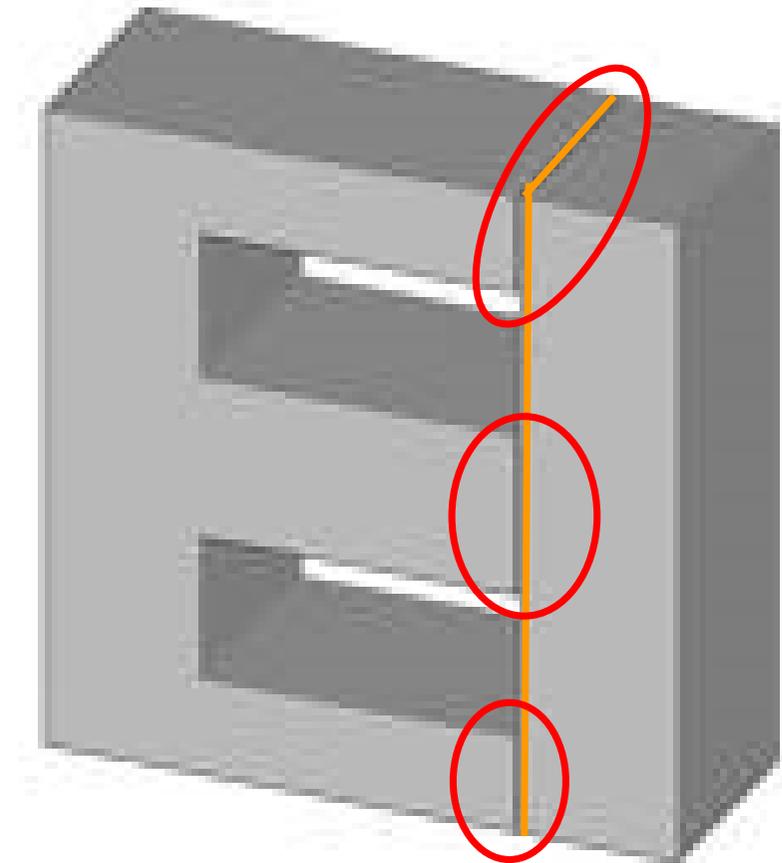
"Flying Leads" wirken als Antennen.



EINFLUSS DES KERNS

- EI-Kerne nutzen Mylar Folie oder Klebeband um den Luftspalt in allen Kernschenkeln zu kontrollieren
- Drei ungeschirmte Luftspalte

Negativer Einfluss auf EMV



EINFLUSS DES KERNS

- **Luftspalt nur im mittleren Schenkel.**
 - Wicklungen als Schirm.
- **Kein Luftspalt in den äußeren Schenkeln.**
 - Keine Abstrahlung.

