

## Veranstaltungsinformationen

Zur Anmeldung nutzen Sie bitte das auf unserer Internetseite verfügbare Anmeldeformular:  
[www.clusterle.de/veranstaltungen](http://www.clusterle.de/veranstaltungen)

### Anmeldeschluss:

➤ **13. Oktober 2020**

### Teilnahmegebühr:

<b>Kurs gesamt (Kursmodule I – III) (20. - 22. Oktober 2020)</b>	<b>Paketpreis</b> <input type="checkbox"/> <b>1.480,00 €</b> zzgl. 19 % MwSt.
<b>Kursmodul einzeln* jeweils</b>	<input type="checkbox"/> <b>560,00 €</b> zzgl. 19 % MwSt.

\* Die Kursmodule können auch einzeln gebucht werden, wobei Kursmodul I Grundlage für die beiden anderen ist.

- Die Teilnahmegebühr beinhaltet das Mittagessen, Kaffeepausen sowie die Schulungsunterlagen.
- Teilnehmern von ECPE Mitgliedsfirmen wird ein Rabatt von 25% gewährt.
- Mit Erhalt der Anmeldebestätigung sind Sie für die Veranstaltung registriert und erhalten die Rechnung per Post zugesandt.
- Bei Nichterreichen der Mindestteilnehmerzahl behalten wir uns eine Stornierung der Veranstaltung bis 10 Tage vor Veranstaltungsbeginn vor.
- Weitere Informationen (z.B. Hotelvorschläge) werden mit der Anmeldebestätigung verschickt und sind unter [www.clusterLE.de](http://www.clusterLE.de) zu finden.
- Der Rücktritt ist bis 2 Wochen vor Veranstaltungsbeginn kostenfrei möglich. Erfolgt der Rücktritt später, bleibt die Verpflichtung zur Zahlung von 50 % der Teilnahmegebühr. Es kann jedoch ein Ersatzteilnehmer gestellt werden.
- Die Teilnehmerzahl ist auf 10 begrenzt.

## Allgemeine Hinweise

**Veranstalter** Cluster Leistungselektronik im ECPE e.V.  
90443 Nürnberg  
[www.clusterLE.de](http://www.clusterLE.de)

**Kursleitung** Ingenieurbüro Horst Edel  
Wiesenstraße 24  
91469 Hagenbüchach  
Tel. 09101 / 7470  
[info@edel-ing.de](mailto:info@edel-ing.de)

**Organisation** Krista Schmidt, ECPE e.V.  
0911 / 81 02 88 - 16  
[krista.schmidt@ecpe.org](mailto:krista.schmidt@ecpe.org)

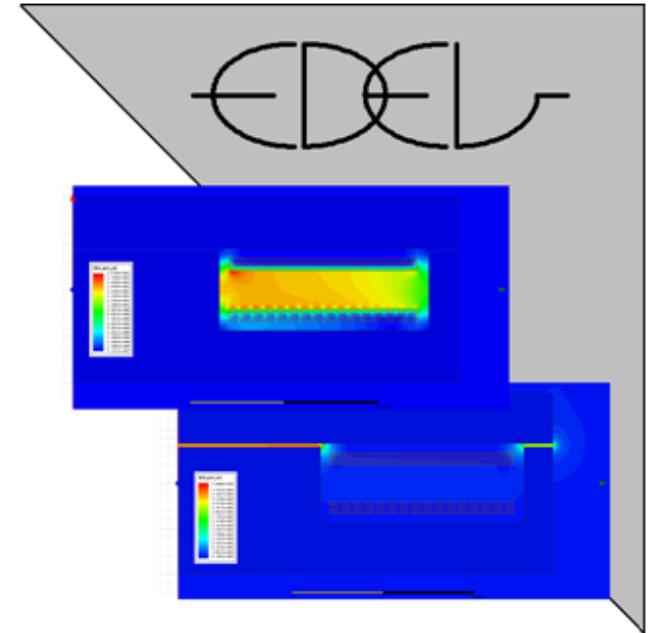
**Veranstaltungsort** ECPE e.V.  
Landgrabenstraße 94  
90443 Nürnberg

### Referent

Der Referent Dipl. Ing. Horst Edel hat langjährige Erfahrung in der Entwicklung von Schaltnetzteilen und in der Anwendung von Programmen zur Schaltungssimulation. Von 1981 bis 1996 war er bei der Firma Gossen im Entwicklungslabor für Laborkonstanter tätig. Seit 1997 betreibt H. Edel ein eigenes Ingenieurbüro für Entwurf und Simulation von Schaltnetzteilen.

### ANSYS Simulationsprogramm Maxwell 2D

Alle Simulationen werden mit dem Finite Elemente Programm Maxwell 2D der Firma Ansys durchgeführt. Zur Anwendung dieses Werkzeugs und zur Interpretation der Ergebnisse sind einige Grundlagen und Hintergrundinformationen nötig, die die Kurse vermitteln sollen. Dabei wird großer Wert auf Anschaulichkeit und Praxisnähe gelegt. Einen Großteil der Zeit wird der Kursteilnehmer selbst Simulationen durchführen. Er erhält dadurch ein Gefühl für das Hilfsmittel und einen Einblick in die Möglichkeiten und Grenzen dieses Werkzeugs.



## Cluster - Praxiskurs

### Effektiver Entwurf magnetischer Bauelemente mit Maxwell 2D

**Kursmodul I: Grundlagen**  
**Kursmodul II: Induktivitäten**  
**Kursmodul III: Transformatoren**

**20. - 22. Oktober 2020**  
**Nürnberg**

Cluster  
Leistungselektronik



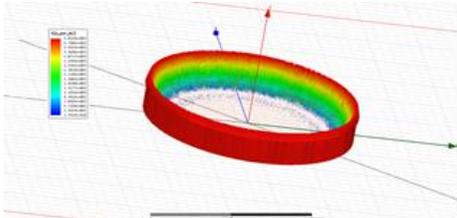
## Kursmodul I: Grundlagen 20. Oktober 2020, 9 - 17 Uhr

### Kursziel

Das Kursmodul I vermittelt das Basiswissen für den Gebrauch von Feldsimulatoren zur Simulation von magnetischen Komponenten für Schaltnetzteile und bildet damit die Grundlage für die Kursmodule II und III.

### Die Schwerpunkte sind:

- Anschauliche Darstellung von Durchflutungs- und Induktionsgesetz
- Anwendung auf planare und runde Geometrien
- Erklärung der Nomenklatur von Maxwell
- Simulationen von Zeitfunktionen und Verlustleistungen mit Maxwell 2D
- Simulation eines Drahtes und von Drahtschleifen bei unterschiedlichen Frequenzen
- Anschauliche Interpretation der Simulationsergebnisse



Magnetische Bauteile spielen bei Schaltnetzteilen eine zentrale Rolle. Ihre richtige Auslegung bestimmt ganz entscheidend Funktion und Eigenschaften der gesamten Schaltung.

Mit dem Finite Elemente Simulationsprogramm Maxwell 2D können entscheidende Dimensionierungsfragen schon vor dem Aufbau eines Prototypen geklärt werden. Ohne großen Zeitaufwand lassen sich unterschiedliche Wickelaufbauten mit verschiedenen Kerngrößen testen. Man kann sich die Strom- und Feldverteilungen in den Wicklungen anschauen und die Streuinduktivitäten berechnen lassen. Zusätzlich lässt sich ermitteln, wo die Verluste auftreten. Überwiegen die Kern- oder die Wicklungsverluste.

Zur Anwendung dieses Werkzeugs und zur Interpretation der Ergebnisse sind einige Grundlagen und Hilfsmittel nötig, die dieser Grundlagenkurs vermitteln soll.

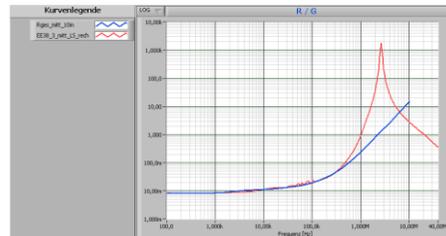
## Kursmodul II: Induktivitäten 21. Oktober 2020, 9 - 17 Uhr

### Kursziel

Dieses Modul vermittelt das Grundwissen zum Aufbau verlustoptimierter Drosseln, den Gebrauch von Feldsimulatoren beim Entwurf von Drosseln und die Probleme der Messung von Drosselverlusten. Das Modul baut auf dem Wissen aus Kursmodul I auf.

### Die Schwerpunkte sind:

- Darstellung von Messproblemen
- Anwendung des Induktionsgesetzes zur Optimierung von Planarwicklungen
- Modellierung von Ferritverlusten aus Datenblattangaben
- Identifizierung von Kern- und Wicklungsverlusten
- Einfluss des Luftspaltes
- Vergleich von Simulation und Messung



Üblicherweise wird die Verifikation von Simulationsergebnissen durch den Vergleich mit Messergebnissen erbracht. Diese Vorgehensweise ist bei der Betrachtung von Drosselverlusten sehr problematisch, da auch die Messung mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

Bei der relativ einfach durchzuführenden Kleinsignal-messung werden die Ferritverluste nur unzureichend wiedergegeben, da sie sehr stark von der Aussteuerung und Temperatur abhängig sind. Für genauere Daten kommt man um eine Großsignal-messung nicht herum. Die sich hierbei ergebenden Schwierigkeiten werden im Kurs sehr ausführlich behandelt.

Um dem Teilnehmer ein Gefühl für die Genauigkeiten und Aussagekraft der durchgeführten Simulationen zu geben, wird ein bestehendes und vermessenes Muster nachgebildet und simuliert.

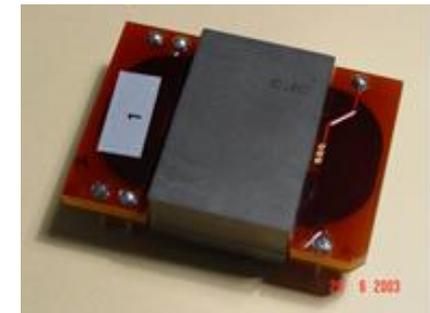
## Kursmodul III: Transformatoren 22. Oktober 2020, 9 - 17 Uhr

### Kursziel

Das Kursmodul III vermittelt das Grundwissen zum Aufbau verlustoptimierter Transformatoren und für den Gebrauch von Feldsimulatoren zum Entwurf dieser Übertrager. Auch dieses Modul baut auf dem Wissen aus Modul I auf.

### Die Schwerpunkte sind:

- Verlustoptimierter Aufbau von Planarwicklungen
- Simulationen eines bestehenden EI38 Sepic Trafos
- Vergleich von Simulation und Messung
- Gezielte Veränderungen des Wickelaufbaus zur Verlustoptimierung



Bei der Dimensionierung eines Trafos wird oft davon ausgegangen, daß die Kernverluste vernachlässigbar sind, da der Strom gleichzeitig primär- und sekundärseitig fließt. Das ist aber nicht immer der Fall, wenn man an Trafos für Sperr- oder Sepicwandler denkt. Auch bei einem Flusswandler oder einer Brücke fließt der Magnetisierungsstrom nur einseitig. Beim Betrieb an einer hohen Eingangsspannung sind die sich dadurch ergebenden Magnetisierungsverluste nicht mehr vernachlässigbar.

Um dem Teilnehmer ein Gefühl für die Genauigkeiten und Aussagekraft der durchgeführten Simulationen zu geben, wird ein bestehendes und vermessenes Übertrager modelliert und simuliert. Damit erhält man Simulationsmodelle bei denen zwischen Ferrit- und Wicklungsverlusten unterschieden werden kann und die auch den Einfluss der amplitudenabhängigen Hystereseverluste darstellen.