

Seminar

# EMV in Theorie und Praxis

Störungen verstehen, messen, reduzieren, vermeiden

## Die Top-Themen:

- **Die physikalischen Grundlagen der EMV und der EMV-Koppelmechanismen**
- **Bedeutung der existierenden EMV-Richtlinien (2014/30/EU, CE-Kennzeichen)**
- **Beschreibung und Messung der elektromagnetischen Störaussendung**
- **Besonderheiten der Messtechnik in der EMV, normkonforme Emissionsmessverfahren**
- **Bedeutung und Überprüfung auf Störfestigkeit**
- **Maßnahmen zur Reduzierung der Störemissionen und zur Erhöhung der Störfestigkeit**

## Termine und Orte

- 04. und 05. Dezember 2023  
Düsseldorf
- 12. und 13. Februar 2024  
Freising
- 13. und 14. Mai 2024  
Online
- 12. und 13. November 2024  
Online

Einhaltung der EMV-Vorschriften: Voraussetzung für das CE-Zeichen

Reduzieren Sie Entwicklungszeiten und vermeiden Sie Nachbesserungen durch Kenntnis der EMV

**Ihre Seminarleitung**  
Dr.-Ing. Daniel Kübrich,

## Allgemeine Informationen

### Zielsetzung

**Mit zunehmender Integration elektronischer Applikationen in Geräten und Maschinen nimmt die Zahl elektromagnetischer Störquellen massiv zu. Durch die Kenntnis der Mechanismen in der EMV, der gesetzlichen Vorgaben sowie der EMV-Messtechnik können „EMV-Nachbehandlungen“ auf ein Minimum beschränkt oder ganz vermieden und damit Zeit und Kosten gespart werden.**

- Nach dem Seminar verstehen Sie die EMV-Koppelmechanismen. Sie können die Ursachen für Störprobleme in Schaltungen und Systemen analysieren und mögliche EMV-Probleme bereits im Entwurfsstadium identifizieren.
- Sie sind in der Lage, den Einfluss von Strom- und Spannungsformen auf den frequenzabhängigen Störpegel einzuschätzen und die Betriebsart von Schaltungen im Hinblick auf minimale Störpegel zu optimieren.
- Sie können die notwendigen Maßnahmen zur Reduzierung der Störpegel und zur Erhöhung der Störfestigkeit durchführen und die Wirksamkeit von Filtern und Abschirmmaßnahmen beurteilen.
- Sie verstehen die Besonderheiten der EMV-Messtechnik und können dort auftretende Probleme lösen.
- Sie verstehen die aktuellen Normen und können sie richtig anwenden.

### Zielgruppe

- Ingenieure und Techniker aus Entwicklung, Konstruktion und Fertigung von Schaltungsteilen, Baugruppen und Geräten
- Verantwortliche für Qualitätssicherung und Einhaltung der EMV-Normen
- Alle, die mit Funktionsbeeinträchtigungen, -störungen und -ausfällen zu tun haben



### Inhouse-Seminar

Dieses Seminar können Sie auch als firmeninterne Schulung buchen:

Wir erstellen Ihnen gerne ein individuelles Angebot. Rufen Sie uns an.

**Frau Angela Bungert/Herr Jens Wilk**

Tel.: +49 211 6214-200, E-Mail: [inhouse@vdi.de](mailto:inhouse@vdi.de)

**Herr Heinz Küsters**  

Tel.: +49 211 6214-278, E-Mail: [kuesters@vdi.de](mailto:kuesters@vdi.de)

### Veranstaltungsdokumentation

Jeder Teilnehmer erhält eine Dokumentation wie Präsentationsunterlagen, Handbuch o.ä. und eine VDI Wissensforum-Teilnahmebescheinigung.



### Seminarleitung

**Dr.-Ing. Daniel Kübrich**, Wissenschaftliches Personal, Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen



Daniel Kübrich ist Mitarbeiter am „Lehrstuhl für Elektromagnetische Felder“ und an der Uni Erlangen beauftragt mit der Lehre des Fachgebiets EMV. Er promovierte 2011 am gleichen Lehrstuhl und betreute seitdem viele Doktoranden bei ihren Projekten im Bereich Leistungselektronik, Schaltnetzteile, elektromagnetische Feldtheorie und EMV.

### Referenten

**Dipl.-Ing. Markus Barwig**, Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Herzogenaurach

**Julian Dobusch M.Sc.**, Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen



Markus Barwig war nach dem Studium an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Mitarbeiter am „Lehrstuhl für Elektromagnetische Felder“. Seit 2020 ist er bei Schaeffler Technologies AG & Co. KG angestellt. Zu seinen Hauptbetätigungsfeldern zählen die numerischen Feldsimulation sowie die EMV im Bereich der Sensorik.



Julian Dobusch ist seit dem Abschluss (M.Sc.) seines Elektrotechnikstudiums 2015 an der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg wissenschaftlicher Mitarbeiter am „Lehrstuhl für Elektromagnetische Felder“. Zu seinen Forschungsbereichen gehören elektromagnetische Verträglichkeit und Leistungselektronik mit Fokus auf Inverter, moderne Halbleiter und weich schaltende Topologien.



### Weitere interessante Veranstaltungen

**Sichere Steuerungen nach EN ISO 13849**

04. und 05. März 2024, Stuttgart

**Zuverlässigkeit der Elektronik**

21. und 22. März 2024, Potsdam

## Seminarinhalte

**1. Tag** 09:30 bis 17:30 Uhr

### Überblick über die elektromagnetische Verträglichkeit

- EMV-Systemplanung
- Elektromagnetisches Umfeld in Praxis und Normen
- EMV-Störmodell
- Störquellen (z. B. atmosphärische und elektrostatische Entladungen, technische elektromagnetische Vorgänge)
- Charakterisierung von Funkstörungen
- Ausbreitung von Funkstörungen
- Störsenken (Empfänger der EMV-Störung, unerwünschte Veränderungen des Betriebsverhaltens)
- Strategische Vorgehensweise zur Erreichung der EMV

### ++ Experiment: Getrennte Messung von Gegentakt und Gleichtaktstörungen

### Koppelmechanismen zwischen Störquelle und Störsenke

- Galvanische Kopplung
- Kapazitive Kopplung (auch als elektrische Kopplung bezeichnet)
- Induktive Kopplung (auch als magnetische Kopplung bezeichnet)

### ++ Experiment: Demonstrator mit unterschiedlichen Koppelmechanismen

### Störemissionen im Bereich der Niederfrequenz (< 9 kHz)

- Leistungsübertragung ohne Energiezwischenspeicherung
- Leistungsübertragung mit Energiezwischenspeicherung

### Störemissionen im Frequenzbereich bis 30 MHz

- Funkstörspannungen als Teil der EMV-Prüfung
- Zulässige Grenzwerte für Funkstörspannungen
- Messtechnische Erfassung der Funkstörspannungen
- Berechnung der Funkstörspannungen (Quasi-peak Werte)
- Reduzierung der Funkstörspannungen
- Magnetische Feldstärke als Teil der EMV-Prüfung
- Messung und Berechnung der gestrahlten Störaussendung
- Reduzierung der Feldstärkepegel

### Funktentstörung elektronischer Schaltungen

- Untersuchung der Spektren verschiedener Signalformen
- Berücksichtigung der EMV beim Platinenlayout
- Reduzierung der common mode Störsignale
- EMV-Aspekte im Zusammenhang mit Bauelementen
- Dämpfungsverhalten und parasitäre Eigenschaften der Netzfilter
- Abschirmungen zur Bedämpfung abgestrahlter Störungen

**2. Tag** 09:00 bis 16:30 Uhr

### Messtechnik in der EMV, entwicklungsbegleitend und zum Nachweis der Einhaltung der EMV-Richtlinien

- Messfehler, Messvorgang, Messunsicherheit und Konformität
- Messgeräte (Funkstörmessempfänger und Spektrumanalysatoren)
- Messplätze für Emission und für Störfestigkeit
- Lösungen zur Messautomatisierung

### ++ Experiment: Leitungsgeführte Störungen eines Steckernetzteils

### EMV-Störfestigkeit

- Begriffe und Beschreibung der elektromagn. Störfestigkeit
- Störphänomene und davon abgeleitete Normen
- Bauelemente zur Erhöhung der Störfestigkeit
- Störfestigkeit gegen Entladung statischer Elektrizität (ESD)
- Störfestigkeit gegen transiente elektrische Störgrößen (Burst)
- Störfestigkeit gegen kurzzeitige Netzüberspannungen (Surge)

### ++ Experiment: Netzoberschwingungen und leitungsgeführte Störungen

### Praxisbeispiel Sperrwandler

- Ermittlung der Störspektren aus der Schaltungsanalyse
- Quellen und Filterung der Gegentaktstörung
- Möglichkeiten zur Reduzierung der Gleichtaktstörungen
- Detailbetrachtung der magnetischen Komponente

### Feldberechnungsmethoden in der Prüfung von Einstrahlfestigkeit und Störstrahlung

- Modelle für Störquellen (elektrische und magnetische Dipole, Antennenstrukturen)
- Funktionsweise numerischer Verfahren: PEEC, FEM, FDTD
- Normkonforme Messung und Berechnung von Störaussendungen in GTEM-Zellen, in Absorberkammern (SAC und FAR)
- Umrechnungen der Ergebnisse zwischen unterschiedlichen Messverfahren (GTEM-Zelle, FAR, SAC)

### EMV-Vorschriften

- Normen (EMV-Grundnormen, Fachgrundnormen und Produktnormen)
- Gesetzgebung (EMVG, deutsches EMV-Gesetz)
- Richtlinien (EMV-Richtlinie 2014/30/EU, CE-Kennzeichnung)
- Internationale Normen



VDI Wissensforum GmbH | VDI-Platz 1 | 40468 Düsseldorf | Deutschland

Sie haben noch Fragen?  
Kontaktieren Sie uns einfach!

**VDI Wissensforum GmbH**  
Kundenzentrum  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf  
Telefon: +49 211 6214-201  
Telefax: +49 211 6214-154  
E-Mail: wissensforum@vdi.de  
www.vdi-wissensforum.de

✓ Ich nehme wie folgt teil (zum Preis p. P. zzgl. MwSt.):

Seminar			
<input type="checkbox"/> 04. und 05. Dezember 2023 Düsseldorf (02SE196034)	<input type="checkbox"/> 12. und 13. Februar 2024 Freising (02SE196035)	<input type="checkbox"/> 13. und 14. Mai 2024 Online (02SE196707)	<input type="checkbox"/> 12. und 13. November 2024 Online (02SE196708)
EUR 2.090,-	EUR 2.090,-	EUR 2.090,-	EUR 2.090,-

23M02EM43

Ich bin VDI-Mitglied und erhalte **pro Veranstaltungstag EUR 50,- Rabatt** auf die Teilnahmegebühr: VDI-Mitgliedsnummer\* \_\_\_\_\_

\*Für den VDI-Mitglieder-Rabatt ist die Angabe der VDI-Mitgliedsnummer erforderlich.

**Meine Kontaktdaten:**

Nachname \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_

Titel \_\_\_\_\_ Funktion/Jobtitel \_\_\_\_\_ Abteilung/Tätigkeitsbereich \_\_\_\_\_

Firma/Institut \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ, Ort, Land \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ E-Mail \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

Abweichende Rechnungsanschrift \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Teilnehmer mit einer Rechnungsanschrift außerhalb Deutschlands, Österreichs oder der Schweiz bitten wir, mit Kreditkarte zu zahlen. Bitte melden Sie sich über [www.vdi-wissensforum.de](http://www.vdi-wissensforum.de) an. Auf unserer Webseite werden Ihre Kreditkartendaten verschlüsselt übertragen, um die Sicherheit Ihrer Daten zu gewährleisten.

Die **allgemeinen Geschäftsbedingungen** der VDI Wissensforum GmbH finden Sie im Internet: [www.vdi-wissensforum.de/de/agb/](http://www.vdi-wissensforum.de/de/agb/)

**Veranstaltungsort(e)**

**Düsseldorf:** InterCity Hotel Düsseldorf, Graf-Adolf-Str. 81 - 87, 40210 Düsseldorf, Tel. +49 211/43694-0, E-Mail: [duesseldorf@intercityhotel.de](mailto:duesseldorf@intercityhotel.de)

**Freising:** Mercure Hotel München Freising Airport, Dr.-von-Daller-Str. 1-3, 85356 Freising, Tel. +49 8161/532-0, E-Mail: [ha0q8-sb@accor.com](mailto:ha0q8-sb@accor.com)

Im Veranstaltungshotel steht Ihnen ein begrenztes **Zimmerkontingent** zu Sonderkonditionen zur Verfügung. Bitte buchen Sie Ihr Zimmer frühzeitig per Telefon oder E-Mail direkt bei dem Hotel mit dem Hinweis auf die „VDI-Veranstaltung“. Weitere Hotels in der Nähe des Veranstaltungsortes finden Sie auch über unseren kostenlosen Service von HRS, [www.vdi-wissensforum.de/hrs](http://www.vdi-wissensforum.de/hrs)

**Leistungen:** Im Leistungsumfang ist die Bereitstellung der Veranstaltungsunterlagen enthalten. Bei Präsenzveranstaltungen werden die Pausengetränke und an jedem vollen Veranstaltungstag ein Mittagessen gestellt.

**Exklusiv-Angebot:** Als Teilnehmer dieser Veranstaltung bieten wir Ihnen eine 3-monatige, kostenfreie VDI-Probemitgliedschaft an (dieses Angebot gilt ausschließlich bei Neuaufnahme).

**Datenschutz:** Die VDI Wissensforum GmbH verwendet die von Ihnen angegebene E-Mail-Adresse, um Sie regelmäßig über ähnliche Veranstaltungen der VDI Wissensforum GmbH zu informieren. Wenn Sie zukünftig keine Informationen und Angebote mehr erhalten möchten, können Sie der Verwendung Ihrer Daten zu diesem Zweck jederzeit widersprechen. Nutzen Sie dazu die E-Mail Adresse [wissensforum@vdi.de](mailto:wissensforum@vdi.de) oder eine andere der oben angegebenen Kontaktmöglichkeiten.

Auf unsere allgemeinen Informationen zur Verwendung Ihrer Daten auf <https://www.vdi-wissensforum.de/datenschutz-print> weisen wir hin. Hiermit bestätige ich die AGBs der VDI Wissensforum GmbH sowie die Richtigkeit der oben angegebenen Daten zur Anmeldung.

Ihre Kontaktdaten haben wir basierend auf Art. 6 Abs. 1 lit. f) DSGVO (berechtigtes Interesse) zu Werbezwecken erhoben. Unser berechtigtes Interesse liegt in der zielgerichteten Auswahl möglicher Interessenten für unsere Veranstaltungen. Mehr Informationen zur Quelle und der Verwendung Ihrer Daten finden Sie hier: [www.wissensforum.de/adressquelle](http://www.wissensforum.de/adressquelle)

Mit dem FSC® Warenzeichen werden Holzprodukte ausgezeichnet, die aus verantwortungsvoll bewirtschafteten Wäldern stammen, unabhängig zertifiziert nach den strengen Kriterien des Forest Stewardship Council® (FSC). Für den Druck sämtlicher Programme des VDI Wissensforums werden ausschließlich FSC-Papiere verwendet.

