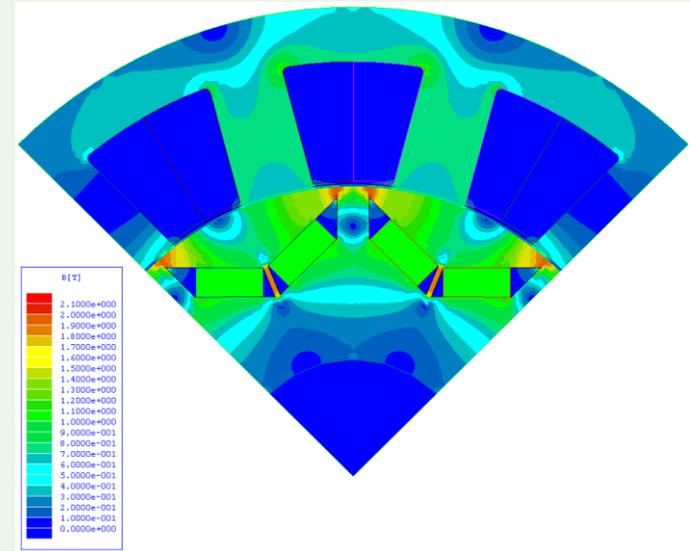
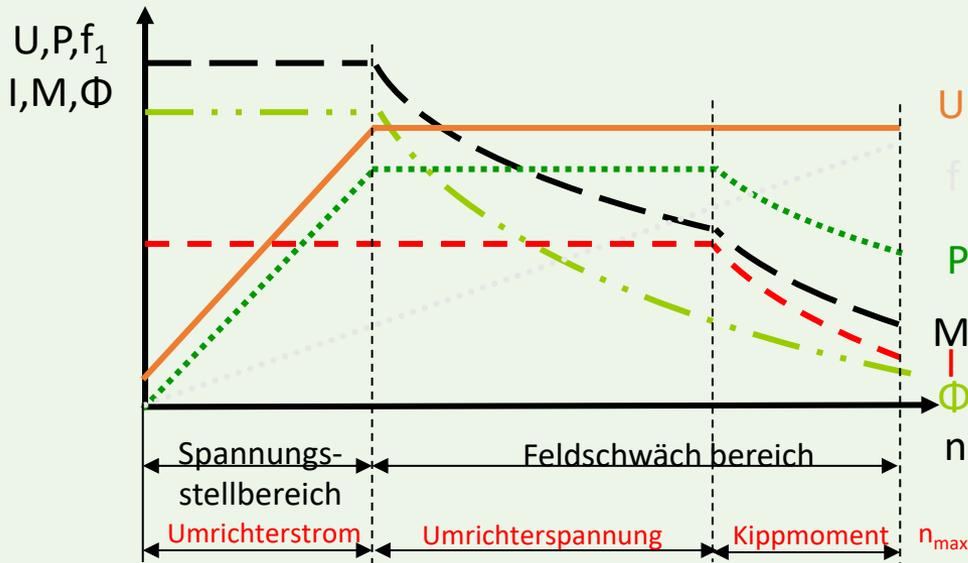


## E- Mobilität und Elektrische Traktionsantriebssysteme



**Univ.-Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. habil. Harald Neudorfer**

Institut für elektrische Energiewandlung / TU – Darmstadt

Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe / TU – Wien

Allgemein beideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

Staatlich befugter und beideter Zivilingenieur für Elektrotechnik



# Seminarmodule

---

<b>Thema Module</b>	<b>Modul Nr.</b>	<b>Zielgruppe, Teilnehmer</b>
<b>Grundlagen elektrischer Maschinen</b>	<b>1 GrMa</b>	<b>Facharbeiter, Qualitätsprüfer, Fertigungstechniker</b>
<b>Kompaktwissen elektrischer Maschinen Automotivanwendungen</b>	<b>2 KoMA</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>
<b>Fertigungstechnik und Qualitätsprüfung Prüfung von elektrischen Maschinen</b>	<b>3 FtQu</b>	<b>Qualitätsprüfer, Fertigungstechniker Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>
<b>Aufbauseminar elektrischer Maschinen Berechnung</b>	<b>4 AMBe</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)</b>
<b>Parasitäre Effekte und Schadensanalysen elektrischer Maschinen</b>	<b>5 PESa</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>
<b>Allgemeine Themen der E- Mobilität Hybrid – und Antriebskonzepte, Rohstoffsituation und Kostenstruktur</b>	<b>6 EMob</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure Wirtschaftsingenieure, Einkäufer</b>

# Seminarmodule

---

<b>Thema Module</b>	<b>Modul Nr.</b>	<b>Zielgruppe, Teilnehmer</b>
<b>Innovationen bei elektrischen Traktionsantrieben</b>	<b>7 leTa</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>
<b>Energiespeicher, Ladetechnik und Infrastruktur, Hochvolttechnik</b>	<b>8 EsLI</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>
<b>Leistungselektronik und Wechselrichter</b>	<b>9 LeWr</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>
<b>Fertigungstechnik von elektrischen Maschinen</b>	<b>10 FtMa</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Fertigungsplaner, Wirtschaftsingenieure, Einkäufer</b>
<b>Prüfungen und Qualitätssicherung von elektrischen Maschinen</b>	<b>11 PrMa</b>	<b>Ingenieure (Berechner, Prüffeld) Prüffeldtechniker und Prüffeldmitarbeiter Prüffeldplaner</b>
<b>Elektromobilität für Nutzfahrzeuge</b>	<b>12 EmNf</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>

# Seminarmodule

<b>Thema Module</b>	<b>Modul Nr.</b>	<b>Zielgruppe, Teilnehmer</b>
<b>Aufbauseminar elektrischer Maschinen - Konstruktion</b>	<b>13 AMKo</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)</b>
<b>Marktübersicht Elektrofahrzeuge</b>	<b>14 MüEf</b>	<b>Ingenieure, (Fertigungs-, Qualitäts-, Wirtschafts-) Einkäufer</b>
<b>Grundlagen elektrischer Antriebe für Führungskräfte</b>	<b>15 GAFk</b>	<b>Führungskräfte, Ingenieure</b>
<b>Elektromobilität und deren Komponenten für MitarbeiterInnen aus kaufmännischen und administrativen Bereichen</b>	<b>16 EmKA</b>	<b>MitarbeiterInnen aus kaufmännischen und administrativen Bereichen</b>
<b>Aufbauseminar 1 Wechselrichter - Regelung</b>	<b>17 AWrR</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>
<b>Lagerströme bei umrichter gespeisten Maschinen</b>	<b>18 LsuM</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>
<b>Grundlagen Gleichstrommaschinen</b>	<b>19 GrGm</b>	<b>Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure</b>

# Seminarmodule

Thema Module	Modul Nr.	Zielgruppe, Teilnehmer
Synchron Maschine und Regelung	20 SyRe	Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure
Akustik und Schwingungen elektr. Traktionsmaschinen	21 AkTr	Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure
Grundlagen elektr. Bahnen	22 GrBa	Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure
Aufbauseminar 2 Wechselrichter - Konstruktion	23 AWrK	Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure
Kompaktwissen elektrischer Maschinen Industrieanwendungen	24 GrMI	Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure
Elektrische Antriebe für Nutzfahrzeuge	25 EANf	Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure
Bauelemente der Leistungselektronik	26 BeLe	Ingenieure (Berechner und Konstrukteure) Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

# Modul 1: GrMa Grundlagen elektrischer Maschinen

---

## Seminarinhalte:

- Grundlagen der Elektrotechnik, Elektromagnetisches Feld, Magnetische Kenngrößen (Symbole, Formel, Einheiten)
- Funktionsprinzip von elektrischen Maschinen
- Aufbau des elektromagnetischen Drehfeldes
- Funktionsweise Asynchronmaschine (ASM)
- Funktionsweise Synchronmaschine (permanentenerregt PSM und elektrisch erregt ESM)
- Vergleich der unterschiedlichen Maschinen im Bezug auf Wirkungsgrad, Baugröße, Vor- und Nachteile
- Nennung der Normen für E- Maschinen

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Facharbeiter, Qualitätsprüfer, Fertigungstechniker

**Voraussetzung:** keine bzw. technisches Grundverständnis



# Modul 2: KoMA Kompaktwissen elektrischer Maschinen Automotivanwendungen

---

## Seminarinhalte:

- Antriebskonzepte für Hybrid- und Elektrofahrzeuge
- Berechnung der Fahrwiderstände und Fahrzyklen
- Grundlagen der Elektrotechnik, Elektromagnetisches Feld, Magnetische Kenngrößen
- Funktionsprinzip und grundlegende Auslegung von elektrischen Maschinen
- Aufbau elektromagnetischen Drehfeld (verteilte Wicklung und Einzelzahnwicklung)
- Funktionsweise und Steuerkennlinie der Asynchronmaschine (ASM)
- Funktionsweise und Steuerkennlinie der Synchronmaschine (permanentenerregt PSM und elektrisch erregt ESM)
- Vergleich der unterschiedlichen Maschinen im Bezug auf Wirkungsgrad, Baugröße, Vor- und Nachteile
- Temperaturverhalten, Isolationsklassen, thermische Grenzen
- Normen für E- Maschinen

**Seminardauer:** 2 Tage

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** technisches Grundverständnis, Ingenieurausbildung



# Modul 3: FtQu Fertigungstechnik und Qualitätsprüfung

---

## Seminarinhalte:

- **Fertigungsverfahren für Blechpakete (Stator und Rotor)**
- **Fertigungsverfahren für elektrische Spulen und Wicklungen**
- **Fertigungsverfahren passive Bauteile (Gehäuse, Lagerschilder etc.)**
- **Thermische Isolationsklassen und deren Verifizierung**
- **Prüfverfahren allgemein elektrischer Maschinen**
- **Prüfungen während der Fertigung**
- **Endprüfungen laut Normen (Stück- und Typenprüfungen)**
- **End of Line Prüfverfahren**
- **Qualitätssicherung während des Entwicklungsprozesses**

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Qualitätsprüfer, Fertigungstechniker  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 1 oder Modul 2



# Modul 4: AMBe Aufbauseminar elektrischer Maschinen Berechnung

---

## Seminarinhalte:

- Berechnung des magnetischen Kreises
- Berechnung der Verluste (Ummagnetisierungs-, Stromwärme-, Reibungsverluste)
- Kühlverfahren bei elektrischen Maschinen
- Berechnung und Auslegung der Kühlung
- Steuerkennlinien von ASM und PSM inkl. Formeln und Optimierungsmöglichkeiten
- Optimierungsmöglichkeiten bei Wechselrichterbetrieb (Wirkungsgradsteigerung)
- Grobauslegung einer elektrischen Maschine (ASM oder PSM)
- Konstruktion von elektrischen Maschinen (Aktivteile)
- Konstruktion von elektrischen Maschinen (Passivteile)
- Vermeidung von Schwingungen, Unwuchten und Geräuschentwicklung

**Semindauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)

**Voraussetzung:** Modul 2



# Modul 5: PESa Parasitäre Effekte und Schadensanalyse

---

## Seminarinhalte:

- Allgemein Wechselrichterspeisung von elektrischen Maschinen
- Spannungs- und Stromverlauf bei Wechselrichterspeisung
- Berechnung und Auswirkungen der Pendelmomente
- Berechnung und Auswirkungen der Zusatzverluste
- Berechnung und Auswirkungen der Schwingungen und Geräusche
- Auswirkungen der kapazitiven Lagerströme (EDM- Ströme)
- Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Schadensbilder von elektrischen Maschinen
- Vorschläge zur Vermeidung von Schadensfällen

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 2



# Modul 6: E-Mob Allgemeine Themen der E- Mobilität

---

## Seminarinhalte:

- **Antriebskonzepte für Hybrid- und Elektrofahrzeuge**
- **Funktionsprinzip und grundlegende Auslegung von elektrischen Maschinen**
- **Einsparungspotential von Elektrofahrzeugen**
- **Einsparungspotential von Hybridfahrzeugen**
- **Rohstoffe für die E- Mobilität (Batterie, Wechselrichter und elektrische Maschine)**
- **Kostenstruktur elektrischen Antriebssystem**
- **Kostenstruktur elektrische Maschine**
- **Energieversorgung für die E- Mobilität**

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Qualitätsprüfer, Fertigungstechniker,  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure,  
Wirtschaftsingenieure, Einkäufer

**Voraussetzung:** keine bzw. technisches Grundverständnis



# Modul 7: leTa Innovationen bei elektrischen Traktionsantrieben

---

## Seminarinhalte:

- Innovationen bei elektrischen Traktionsmaschinen
  - Asynchronmaschinen
  - Permanenterregte und elektrisch erregte Synchronmaschinen
  - Reluktanzmaschinen
  - Weitere Maschinentopologien
- Innovationen bei dem Wechselrichter im Traktionsbereich
- Auswirkungen auf das Gesamtsystem
- Neue Fertigungsmethoden, neue Materialien
- Neue Kühlmethoden
- Optimierung der Prüfverfahren (aktuelle Normen)

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 2



# Modul 8: EsLI Energiespeicher Lade- Infrastruktur- und HV- Technik

---

## Seminarinhalte:

- Elektrische Energiespeicher (Aufbau, Funktionsweise, Vor- und Nachteile)
  - Batterien
  - Brennstoffzelle
  - Superkondensatoren
  - Schwungradspeicher
- Ladesysteme Elektrische Anschlusssysteme (Stecker, induktives Aufladen, Oberleitung)
- Ladeinfrastruktur (Strom – bzw. Energieerzeugung)
- HV- Technik im Kraftfahrzeugbereich (Komponenten, Sicherheitsanforderungen,..)

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 1 oder Modul 2

# Modul 9: LeWr Leistungselektronik und Wechselrichter

---

## Seminarinhalte:

- Bauteile der Leistungselektronik (Diode, Transistor, Thyristor, IGBT, MOS- FET etc.)
- Gleichstromsteller (Chopper), Tiefsatzsteller, Hochsatzsteller
- Wechselrichter, Grundschtaltung, Spannungs- und Stromverlauf  
Taktverfahren (Synchrone und asynchrone Taktung)
- Schaltungsaufbau (2- Level 3- Level – WR)
- Ansteuerungen (aktiver Kurzschluss, Regelungsverfahren)
- Kühlverfahren
- Auswirkungen auf das Gesamtsystem (parasitäre Effekte)

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 2



# Modul 10: FtMa Fertigungstechnik von elektrischen Maschinen

---

## Seminarinhalte:

- Fertigungsverfahren für Blechpakete Stator (Stanzen, Stanzpaketieren, Backlack, Einzelpole)
- Fertigungsverfahren für Blechpakete Rotor (Stanzen, Stanzpaketieren, Backlack, PM Anordnung)
- Fertigungsverfahren für elektrische Spulen und Wicklungen im Stator
- Fertigungsverfahren für Kurzschlusswicklung im Rotor,
- Fertigungsverfahren Magnetisierung von Permanentmagneten
- Fertigungsverfahren passive Bauteile (Gehäuse, Lagerschilder etc.)
- Thermische Isolationsklassen und deren Verifizierung
- Prüfungen während der Fertigung

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Fertigungsplaner,  
Wirtschaftsingenieure, Einkäufer

**Voraussetzung:** Modul 1 oder 2



# Modul 11: PrMa Prüfung und Qualitätssicherung

---

## Seminarinhalte:

- Prüfverfahren allgemein elektrischer Maschinen
- Endprüfungen laut Norm EN 60349: Typenprüfung (type test)
- Endprüfungen laut Norm EN 60349: Stückprüfung (routine test)
- End of Line Prüfverfahren
- Leerlauf- und Kurzschlussmessung, Erwärmungslauf
- Messung des Wirkungsgrades (indirekte und direkte Methode)
- Bestimmung der Reibungs- und Schleppverluste
- Qualitätssicherung während des Entwicklungsprozesses
- Reviewsystem mit Quality Gates für den elektrischen Antriebsstrang

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner, Prüffeld), Prüffeldtechniker und Prüffeldmitarbeiter, Prüffeldplaner

**Voraussetzung:** Modul 1 oder 2



# Modul 12: EmNf Elektromobilität für Nutzfahrzeuge

## Seminarinhalte:

- Antriebskonzepte für Hybrid- und Elektronutzfahrzeuge
- Berechnung der Fahrwiderstände und Fahrzyklen
- Grundlagen der Elektrotechnik, Elektromagnetisches Feld, Magnetische Kenngrößen
- Funktionsprinzip und grundlegende Auslegung von elektrischen Maschinen
- Aufbau elektromagnetischen Drehfeld (verteilte Wicklung und Einzelzahnwicklung)
- Funktionsweise und Steuerkennlinie Asynchronmaschine (ASM), Synchronmaschine (permanenterregt PSM und elektrisch erregt ESM) und Reluktanzmaschine (SRM) , Zusammenhang mit PSM
- Unterschied Lebensdauer, Leistung, Drehmoment, Kosten zu PKW- Antriebssysteme
- Vergleich der unterschiedlichen Maschinen im Bezug auf Wirkungsgrad, Baugröße, Vor- und Nachteile
- Temperaturverhalten, Isolationsklassen, Schwingungen, mechanische und thermische Grenzen
- Grundlagen der Endprüfungen elektrischer Maschinen, Schadensfälle und parasitäre Effekte

**Seminardauer:** 3 Tage

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** keine bzw. technisches Grundverständnis

# Modul 13: AMKo Aufbauseminar elektr. Maschinen - Konstruktion

---

## Seminarinhalte:

- Grobauslegung der Hauptabmessungen einer elektrischen Maschine (ASM oder PSM) mit Hilfe der Esson´sche Leistungszahl
- Konstruktion von elektrischen Maschinen (Aktivteile)
- Konstruktion von elektrischen Maschinen (Passivteile)
- Vermeidung von Schwingungen, Unwuchten und Geräuscentwicklung
- Fertigungsverfahren für Blechpakete Stator (Stanzen, Stanzpaketieren, Backlack, Einzelpole)
- Fertigungsverfahren für Blechpakete Rotor (Stanzen, Stanzpaketieren, Backlack, PM Anordnung)
- Fertigungsverfahren für elektrische Spulen und Wicklungen im Stator
- Fertigungsverfahren für Kurzschlusswicklung im Rotor
- Mechanische Schadensfälle und deren Vermeidung

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)

**Voraussetzung:** Modul 1 oder 2



# Modul 14: MüEf Marktübersicht Elektrofahrzeuge

---

## Seminarinhalte:

- Theoretische Grundlagen Elektromobilität
- Analyse des Elektromarktes
- Marktstudie BEV – Stand 01/2024
- BEV-Fahrzeuge aus Europa

	Seite
○ Deutschland	90 - 179
○ Frankreich	180 - 219
○ Schweden / Italien / UK	220 - 239
○ USA	240 - 259
○ Südkorea	260 - 277
○ Japan	278 - 303
○ China	304 - 341

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure, (Fertigungs-, Qualitäts-, Wirtschafts-) Einkäufer

**Voraussetzung:** keine bzw. technisches Grundverständnis

# Modul 15: GAFk Grundlagen elektrischer Antriebe für Führungskräfte

---

## Seminarinhalte:

- Grundlagen der Elektrotechnik, Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom  
Elektromagnetisches Feld, Magnetische Kenngrößen (Symbole, Formel, Einheiten)
- Funktionsprinzip von elektrischen Maschinen und Aufbau des elektromagnetischen Drehfeldes
- Funktionsweise Asynchronmaschine (ASM), Synchronmaschine (permanenterregt PSM und elektrisch erregt ESM), Reluktanzmaschine (SRM)
- Vergleich der unterschiedlichen Maschinen im Bezug auf Wirkungsgrad, Baugröße, Vor- und Nachteile
- Ansteuerung durch den Wechselrichter (Pulsweitenmodulation)
- Übersicht Parasitäre Effekte (Drehmomentenpulsation, Geräusche, Lagerströme, EMV, etc.)
- Entwicklungstendenzen bei Traktionsantrieben im automotive Bereich

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Führungskräfte, Ingenieure

**Voraussetzung:** technisches Grundverständnis, Ingenieurausbildung



# Modul 16: EmKA Elektromobilität für kaufm. und admin. Bereichen

---

## Seminarinhalte:

- Grundsätzlicher Aufbau eines Straßenfahrzeuges mit E- Antrieb
- Beschreibung der Komponenten Batterie, Brennstoffzelle, Wechselrichter, E-Maschine
- Grundlagen der Elektrotechnik, Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom, Leistung (Symbole, Formel, Einheiten)
- Funktionsprinzip von elektrischen Maschinen und Aufbau des elektromagnetischen Drehfeldes, Asynchronmaschine (ASM), Synchronmaschine (permanenterregt PSM und elektrisch erregt ESM),
- Vergleich der unterschiedlichen Maschinen im Bezug auf Wirkungsgrad, Baugröße, Vor- und Nachteile
- Ansteuerung durch den Wechselrichter
- Entwicklungstendenzen bei Traktionsantrieben im automotiven Bereich

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** MitarbeiterInnen aus kaufmännischen und administrativen Bereichen

**Voraussetzung:** keine



# Modul 17: AWR Aufbauseminar 1 Wechselrichter Regelung

---

## Seminarinhalte:

- Drehfeld Spannung, Strom, Raumzeigersysteme im Stator und Rotor ( $\alpha$  und  $\beta$ -Raumzeiger)
- Clarke- Transformation
- Strom- und Spannungsmessungen, Drehzahlmessung, Rotorlagemessung
- Filterung, EMV, Niederinduktiver Aufbau
- Regelungsverfahren und deren Optimierungen, d- q Regelung, Feldorientierte Regelung
- Flat- Top Modulation, Übermodulation (Grundfrequenztaktung)
- Auswahl Modulationsverfahren, Aussteuerungsgrenzen
- Übersicht Parasitäre Effekte (Drehmomentenpulsation, Geräusche, Lagerströme, EMV, etc.)
- Entwicklungstendenzen bei Traktionsantrieben im automotiven Bereich

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 9



# Modul 18: LsuM Lagerströme bei umrichter gespeisten Maschinen

---

## Seminarinhalte:

- Grundsätzlicher Aufbau eines Wechselrichters
- Varianten von Lagerströmen
- Entstehung der Common-Mode-Spannung und Teilentladung
- Elektrische Kapazitäten in elektrischen Maschinen, Lagerkapazitäten
- Entladungsvorgänge im Lagerbereich bzw. Schmierfilm
- Schädigung des Lagers und des Schmierfilms (frühzeitige Alterung)
- Abhilfemaßnahmen von Lagerströmen (Erdungsbürsten, Filter)
- Weitere Maßnahmen zur Reduzierung der Lagerströme
- Auswirkung der neuen Halbleitertechnologie SiC auf die Lagerströme

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 9 und Modul 2 bzw. Modul 5

# Modul 19: GrGm Grundlagen Gleichstrommaschinen

---

## Seminarinhalte:

- Elektrischer Strom, Spannung, Magnetisches Feld, Lorentzkraft,
- Grundsätzlicher Aufbau einer Gleichstrommaschine
- Erregerwicklungen, Arten der Schaltung
- Ankerwicklungen, Arten der Wicklung, Ankerrückwirkung
- Drehmoment- Drehzahl - Kennlinie
- Kommutator, Kommutierungsvorgang
- Drehzahlsteuerung, elektrische Ansteuerung durch Chopper
- Schadensmechanismen, Problemfelder
- Vorteile / Nachteile, Anwendungen

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** keine bzw. technisches Grundverständnis

# Modul 20: SyRe Synchron Maschine und Regelung

---

## Seminarinhalte:

- Grundlagen der Permanent und Elektrische erregten Synchronmaschine
- Aufbau, Wirkungsweise, Polradwinkel, Drehmoment
- Herstellung, Magnetisierung und Entmagnetisierung von PM
- Bildung des Reluktanzmomentes, mag. Widerstand in d- und q- Achse
- Steuerkennlinie, Thermische und mechanische Grenzen
- Grundlagen der Leistungselektronik
- Ansteuerung des Wechselrichters, Pulsweitenmodulation PWM
- Ansteuerungsverfahren, Raumzeiger
- Regelung des WR mit der Synchronmaschine
- Prüfungen und Testen

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 1 oder 2 bzw. Modul 9

# Modul 21: AkSw Akustik und Schwingungen elektr. Traktionsmaschinen

---

## Seminarinhalte:

- Parasitäre Effekte, Esson´sche Leistungszahl
- Wechselrichterspeisung (Grund – und Oberschwingungen)
- Drehmomentpulsationen, Torsionsschwingungen
- Akustik und Ursachen von Geräuschen elektrischer Maschinen
- Geräuschempfindung des menschlichen Ohres
- Schalleistung, Schalleistungspegel, Schalldruck, Schalldruckpegel
- Berechnung der Radialkraftzugwellen, radiale und tangentielle Kräfte
- Zusammenhang Taktfrequenz – Tonfrequenz
- Beispiele bei WR und Sinusspeisung (Wasserfalldiagramme)
- Maßnahmen zur Minderung der elektromagnetischen Geräusche

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 1 oder Modul 2 (Grundlagenkenntnisse)

# Modul 22: GrGm Grundlagen Elektrischer Bahnen

---

## Seminarinhalte:

- Entwicklung der Elektrischen Bahnen – Grundlagen
- Traktionsmechanik, Fahrwiderstände, Fahrleistungen
- Mechanischer Teil elektrischer Triebfahrzeuge
- Elektrischer Teil elektrischer Triebfahrzeuge
- Leistungssteuerung, Trafosteuerungen, Wechselrichtersteuerung
- Traktionsmaschinen (ASM, PSM, ESM)
- Überwachungseinrichtungen, Zugsicherungssysteme
- Bahnenergieversorgungssysteme (Gleichstrom, Wechselstrom)
- Auslegung von Antriebssystemen

**Seminardauer:** 2 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** keine bzw. technisches Grundverständnis

# Modul 23: AWrK Aufbauseminar 2 Wechselrichter Konstruktion

---

## Seminarinhalte:

- Modulationsverfahren, Aussteuerungsgrenzen
- Filterung, EMV, Niederinduktiver Aufbau
- Konstruktiver Aufbau eines Wechselrichters
- Auslegung der Kühlung (Temperaturgrenzen, Grobauslegung)
- Prüfungen bei Wechselrichter bzw. gesamtes Antriebssystem
- Qualitätsprüfungen bzw. Absicherung möglicher Schadensbilder
- Übersicht Parasitäre Effekte (Drehmomentenpulsation, Geräusche, Lagerströme, EMV, etc.)
- Entwicklungstendenzen bei Traktionsantrieben im automotiven Bereich – Si-IGBT bzw. SiC-MOSFET

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** Modul 9 und Modul 17



# Modul 24: KoMI Kompaktwissen elektrischer Maschinen Industrieanwendungen

---

## Seminarinhalte:

- Grundlagen der Elektrotechnik, Elektromagnetisches Feld, Magnetische Kenngrößen
- Funktionsprinzip und grundlegende Auslegung von elektrischen Maschinen
- Aufbau elektromagnetischen Drehfeld (verteilte Wicklung und Einzelzahnwicklung)
- Grundlagen Aufbau eines Wechselrichters
- Funktionsweise und Steuerkennlinie der Asynchronmaschine (ASM)
- Funktionsweise und Steuerkennlinie der Synchronmaschine (permanentenerregt PSM und elektrisch erregt ESM)
- Vergleich der unterschiedlichen Maschinen in Bezug auf Wirkungsgrad, Baugröße, Vor- und Nachteile
- Temperaturverhalten, Isolationsklassen, thermische Grenzen
- Normen für E- Maschinen bei Industrieanwendungen

**Seminardauer:** 2 Tage

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** technisches Grundverständnis, Ingenieurausbildung



# Modul 25: EAnf Elektrische Antriebe für Nutzfahrzeuge

---

## Seminarinhalte:

- Antriebskonzepte für Hybrid- und Elektronutzfahrzeuge
- Grundlagen der Elektrotechnik, Elektromagnetisches Feld, Magnetische Kenngrößen
- Funktionsprinzip und grundlegende Auslegung von elektrischen Maschinen
- Aufbau elektromagnetischen Drehfeld (verteilte Wicklung und Einzelzahnwicklung)
- Funktionsweise und Steuerkennlinie Asynchronmaschine (ASM), Synchronmaschine (permanenterregt PSM und elektrisch erregt ESM) und Reluktanzmaschine (SRM) , Zusammenhang mit PSM
- Unterschied Lebensdauer, Leistung, Drehmoment, Kosten zu PKW- Antriebssysteme
- Vergleich der unterschiedlichen Maschinen im Bezug auf Wirkungsgrad, Baugröße, Vor- und Nachteile
- Temperaturverhalten, Isolationsklassen, Schwingungen, mechanische und thermische Grenzen

**Seminardauer:** 2 Tage

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** keine bzw. technisches Grundverständnis



# Modul 26: BeLe Bauelemente der Leistungselektronik

---

## Seminarinhalte:

- Halbleiter, Herstellung und Aufbaufunktion
- Diode, Kennlinie, Funktion und deren Anwendung, PN-Leitung, PN-Übergang
- Transistor, MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor), Kennlinie, Funktion und deren Anwendung
- GTO-Thyrister (Gate turn-off Thyristor), IGBT (Insulated- Gate Bipolar Transistor), Kennlinie, Funktion und deren Anwendung
- Verlustentstehung und Kühlung von Halbleiterbauelementen
- Parameter für die Dimensionierung (max. Sperrspannung, Durchlassstrom, Temperaturen)
- Grundsaltungen für die Gleichstromtechnik
- Grundsaltungen für die Wechselstrom- und Drehstromtechnik
- Unterschied Silizium (Si) und Siliziumcarbid (SiC) - Halbleitermaterial

**Seminardauer:** 1 Tag

**Seminarteilnehmer:** Ingenieure (Berechner und Konstrukteure)  
Fertigungsingenieure, Qualitätsingenieure

**Voraussetzung:** technisches Grundverständnis



# Aufbau der Seminarmodule

Keine Voraussetzungen  
bzw. technisches  
Verständnis  
bzw. Ingenieurausbildung

<b>Modul 1</b> GrMa 1 Tag	<b>Modul 2</b> KoMA 2 Tage	<b>Modul 6</b> EMob 1 Tag	<b>Modul 12</b> EmNf 3 Tage	<b>Modul 14</b> MüEf 1 Tag
<b>Modul 15</b> GAFk 1 Tag	<b>Modul 16</b> EmKA 1 Tag	<b>Modul 19</b> GrGm 1 Tag	<b>Modul 22</b> GrBa 2 Tag	<b>Modul 24</b> KoMI 2 Tage
<b>Modul 25</b> EANf 2 Tage	<b>Modul 26</b> BeLe 1 Tag			

Voraussetzungen  
Modul 1 oder 2  
oder entsprechende  
Kenntnisse

<b>Modul 3</b> FtQu 1 Tag	<b>Modul 8</b> EsLI 1 Tag	<b>Modul 9</b> LeWr 1 Tag	<b>Modul 10</b> FtMa 1 Tag	<b>Modul 11</b> PrMa 1 Tag
<b>Modul 13</b> AMKo 1 Tag				

Voraussetzungen  
Modul 2 / Modul 9  
oder entsprechende  
Kenntnisse

<b>Modul 4</b> AMBe 1 Tag	<b>Modul 5</b> PESa 1 Tag	<b>Modul 7</b> leTa 1 Tag	<b>Modul 17</b> AWrR 1 Tag	<b>Modul 18</b> LsuM 1 Tag
<b>Modul 20</b> SyRe 1 Tag	<b>Modul 21</b> AkSw 1 Tag	<b>Modul 23</b> AWrK 1 Tag		



# Tätigkeiten, CV und Kontakt

## Univ.- Prof. Dr. phil. Dr. techn. habil. Harald Neudorfer



- Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger (Elektrische Maschinen, Anlagen, Geräte)
- Staatlich befugter und beeideter Zivilingenieur für Elektrotechnik
- Prof. am Institut für Elektrische Energiewandlung der TU- Darmstadt
- Lehrbeauftragter am Institut für Elektrische Energiesysteme und Elektrische Antriebe der TU- Wien
  
- Studium und Promotion an der TU- Wien: Elektrische Energietechnik
- Studium und Promotion an der Uni Klagenfurt: Philosophie, Psychologie und Pädagogik
- Habilitation an der TU- Darmstadt: Elektrische Maschinen und Antriebe

1982 – 2001 Technischer Angestellter, (BBC,ABB) Projektleiter und gewerberechlicher GF der DaimlerChrysler Rail System, Wr. Neudorf (Österreich)

2001 – 2006 Leitung Abteilung e- Drive Powertrain bei DaimlerChrysler, Stuttgart

2006 – 2019 Technischer Leiter und Prokurist der Traktionssysteme Austria GmbH TSA, Wr. Neudorf (Österreich)

Seit 2002 Seminarleiter und Vortragender auf dem Gebiet der Elektrischen Maschinen, Traktionsantrieben für Elektro und Hybridstraßenfahrzeuge für die Automobilindustrie (OEMs zu Zulieferfirmen), VDI, HdT, CADFEM

Kontaktdaten: **Post:** A – 2514 Traiskirchen, Alfons Petzold Straße 28

**Mail:** [prof.dr.dr.neudorfer@emdrive.at](mailto:prof.dr.dr.neudorfer@emdrive.at)

[harald.neudorfer@eas.tu-darmstadt.de](mailto:harald.neudorfer@eas.tu-darmstadt.de)

[harald.neudorfer@tuwien.ac.at](mailto:harald.neudorfer@tuwien.ac.at)

**Tel:** +43 676 50 42 721 oder +43 2252 521 591

**Homepage:** [www.emdrive.at](http://www.emdrive.at)



# Referenzen



Staatlich befugter und beideter Ziviltechniker für Elektrotechnik  
Allgemein beideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

Univ.- Prof. Dr. phil. Dr. techn. habil.  
Harald Neudorfer

**EMDrive**