

# Vertiefungskurse **Energietechnik**

## **Studienjahr 2013/2014**

### **MSE Fachgebiet Energy and Environment EE**

Im Fachgebiet EE steht die Nachhaltigkeit mit dem Ziel der Schonung der Umwelt sowie der natürlichen Ressourcen im Vordergrund. Es ist gegliedert in drei Kompetenzfelder: Energietechnik, Verfahrenstechnik, Umwelttechnik.

### **EE Kompetenzfeld Elektrische Energietechnik**

Konzeption, Modellierung, Planung, Realisierung und Betrieb von effizienten Systemen zur Umwandlung, Speicherung, Bereitstellung und Nutzung von Elektrischer Energie.

## Einleitung

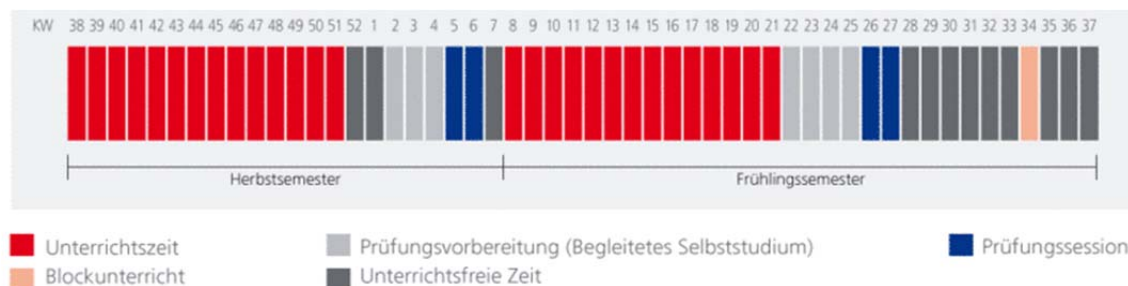
- Im Rahmen der Vertiefungsmodule (VM) werden 20% (6 ECTS) als ergänzende Veranstaltungen im Sinne von Vertiefungskursen (VK) angeboten werden.
- Alle Studenten des Fachgebiets „Energy and Environment“ mit Vertiefung Energietechnik besuchen mindestens 6 der angebotenen Kurse.
- Jeder Dozent / Advisor bietet den Kurs über sein Spezialgebiet allen Masterstudenten im Fachbereich „Energy and Environment“ an.
- Die Kurse finden dezentral am Standort des Dozenten statt, was für die Studenten die Attraktivität erhöht und die Vernetzung verbessert (Nutzung der Laboreinrichtungen)
- Wieder wird ein Kurs parallel in der Deutsch- und Welschschweiz parallel angeboten. Dadurch werden die Französisch sprechenden Kollegen eingebunden und die Reisezeit aufgrund der Unterrichtsorte erheblich verkürzt.

## Umfang und Kursform

- Im MSE Fachbereich „Energy and Environment“ sind für das Studienjahr 2012/13 insgesamt 6 Vertiefungskurse (VK) definiert worden (3 VK im ersten und 3 VK im zweiten Semester), die insgesamt 6 ECTS bedeuten.
- Die Kursdauer beträgt total 3 Tage. **Die Kurse finden jeweils an einem der unterrichtsfreien Tage der Semesterwoche statt.** Jeweils an zwei aufeinanderfolgenden Wochen soll der Hauptkurs stattfinden, nach einer Woche Pause findet dann schlussendlich der praktische Schlussteil statt.
- Die Kurse werden nicht geprüft sondern mit besucht / nicht besucht bewertet.

## Organisation

### Jahresstruktur



- 1. Semester 3 Kurse
- 2. Semester 3 Kurse
- Die Blockkurse und die abgesetzten Tage für die Lernkontrolle können auch während der Prüfungsvorbereitungszeit stattfinden, sofern genügend im Voraus angekündigt.

### Kursorganisation

- Jeder Dozent organisiert seinen Kurs selbständig und dezentral (Einladungen, Dokumente, Moodle). Die Advisor der Masterstudenten erhalten eine Rückmeldung, ob der Student den Kurs bestanden hat oder nicht und erteilt am Ende des Semesters die ECTS Credits. Nur wenn alle Kurse eines Semesters besucht werden erhält der Student den vollen ECTS-Credit (3ECTS).

## Terminplanung HS 2013 (verteilt Montag/Dienstag)

<b>1. Auslegung und Simulation energieeffizienter Elektrischer Maschinen und Aktoren</b> Hauptblock (2Tage): 26.09.2012 und 08.10.2012 SW 2/4 (KW 39/41) Abgesetzter Tag: 22.10.2012 SW 6 (KW 43)	<b>Ort (Doz):</b> Biel Dr. Andrea Vezzini (Deutsch/English)
<b>2. Leistungsfaktorkorrektur und -kontrolle</b> Hauptblock (2Tage): 29.10.2012 und 05.11.2012 SW 7/8 (KW 44/45) Abgesetzter Tag: 19.11.2012 SW 10 (KW 47)	<b>Ort (Doz):</b> Yverdon Dr. Mauro Carpita (Englisch)
<b>3. Modellierung von Elektrizitätsversorgungsnetzen</b> Hauptblock (2Tage): 26.11.2012 und 03.12.2012 SW 11/12(KW 48/49) Abgesetzter Tag: 17.12.2012 SW 14 (KW51)	<b>Ort (Doz):</b> Biel Michael Höckel (Deutsch/English)

## Terminplanung FS2014 (verteilt Dienstag/Mitwoch/Donnerstag)

<b>4. Stationsleittechnik und Schutz</b> Hauptblock (2Tage): 26.02.2013 und 05.03.2013 SW 2/3 (KW 9/10) Abgesetzter Tag: 19.03.2013 SW 5 (KW 12)	<b>Ort (Doz):</b> Brugg-Windisch Martin Wiederkehr
<b>5. Photovoltaik</b> Hauptblock (2Tage): 27.03.2013 und 03.04.2013 SW 6/7 (KW 13/14) Abgesetzter Tag: 17.04.2013 SW 9 (KW 16)	<b>Ort (Doz):</b> Burgdorf Urs Muntwyler
<b>6. Energiespeicher: Batterien, Supercaps und Integration</b> Hauptblock (2Tage): 24.04.2013 und 01.05.2013 SW 10/11 (KW 17/18) Abgesetzter Tag: 15.05.2013 SW 13 (KW20)	<b>Ort (Doz):</b> Horw Vinzenz Härrli

Legende:

- SW = Semesterwoche
- KW = Kalenderwoche
- UFZ = Unterrichtsfreie Zeit
- PV = Prüfungsvorbereitung

Vertiefungstheorie-Modulbezeichnung / Désignation du module théorique d'approfondissement	
<b>1. Auslegung und Simulation permanentmagneterregter Maschinen</b>	
Lehr- und Lernziele, Kompetenzen / Objectifs d'enseignement, objectifs d'apprentissage et compétences visées	
Die wichtigsten Schritte bei der Auslegung elektrischer Maschinen mittels Finite Element Analyse sollen vermittelt werden. Dazu gehören die Grundlagen der elektromagnetischen Krafterzeugnisse und die wichtigsten Zusammenhänge bei der Dimensionierung.	
Modulinhalt / Contenu du module	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der el.-magn. Energiewandlung: Feldbegriffe, Feldgleichungen, Kräfte und Drehmomente, Energie und Sekundärgrößen</li> <li>• Übersicht über numerische Feldberechnungs- und Simulationsverfahren Verfahren der finiten Elemente, allgemein und für elektromagnetische Felder</li> <li>• Übungen: Magnetischer Kreis: Analytische Lösung und numerische Behandlung mit FE-Programm</li> <li>• Anwendungsfragen der numerischen Methoden: Modellerstellung, Parameterauswahl, Wahl geeigneter Berechnungsverfahren, Diskretisierung</li> <li>• Vorgehen bei der Anwendung numerischer Verfahren auf elektrische Maschinen und Aktuatoren : GM, ASM, PMM, SRM, Synchronmaschinen und Aktuatoren</li> <li>• Übungen: FE-Analyse des magn. Kreises und Bestimmung des Betriebsverhaltens eines PM- Motors</li> <li>• Rast- und Lastpulsationsmomente, Analyse mit FE-Methoden, Minimierung</li> </ul>	
Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen / Connaissances et compétences prérequis	
Teile des Moduls (falls das Modul aus mehreren Teilen besteht) Cours du module (si le module comporte plusieurs cours)	
Bezeichnung des 1. Kurses Désignation du 1 <sup>er</sup> cours	
Inhalt des 1. Kurses Contenu du 1 <sup>er</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 2. Kurses Désignation du 2 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 2. Kurses Contenu du 2 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 3. Kurses Désignation du 3 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 3. Kurses Contenu du 3 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
<b>Koordinaten der/des verantwortlichen Dozenten:</b> <b>Coordonnées du/des professeur(s) responsable(s):</b>	
	Name, Vorname, Schule, E-Mail
Doz/prof.1	Dr. Andrea Vezzini, BFH-TI, andrea.vezzini@bfh.ch
Doz/prof.2	

Vertiefungstheorie-Modulbezeichnung / Désignation du module théorique d'approfondissement	
<b>2. Leistungsfaktorkorrektur und -kontrolle</b>	
Lehr- und Lernziele, Kompetenzen / Objectifs d'enseignement, objectifs d'apprentissage et compétences visées	
Die Bedeutung von Leistungsfaktor und Netzurückwirkung soll vermittelt werden. Die Studierenden sollen die wichtigsten Schaltungen mit ungenügenden Leistungsfaktoren, sowie Korrekturmassnahmen kennen lernen. Weiter sollen sie mit den modernen Schaltungsgrundlagen zur Vermeidung von schlechten Leistungsfaktoren vertraut werden.	
Modulinhalt / Contenu du module	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalbeschreibung im Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Die Bedeutung des Leistungsfaktors</li> <li>• Quellen für leitungsgebundene Netzurückwirkungen (FL-Lampen, Stromrichter)</li> <li>• Leistungsfaktor Korrektur mit Filtern und Hilfsschaltungen</li> <li>• Selbstgeführte Stromrichter mit sinusförmigem Netzstrombezug (PFC-Schaltungen)</li> <li>• Modellierung von PFC-Schaltungen</li> <li>• Regelkonzepte und Regler-Auslegung</li> <li>• PFC-Schaltungen mit nur einem aktiven Leistungshalbleiter.</li> </ul>	
Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen / Connaissances et compétences prérequis	
Kenntnisse in allgemeiner Elektrotechnik, Leistungselektronik und Regelungstechnik. Vertraut mit Matlab/Simulink	
Teile des Moduls (falls das Modul aus mehreren Teilen besteht) Cours du module (si le module comporte plusieurs cours)	
Bezeichnung des 1. Kurses Désignation du 1 <sup>er</sup> cours	
Inhalt des 1. Kurses Contenu du 1 <sup>er</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 2. Kurses Désignation du 2 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 2. Kurses Contenu du 2 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 3. Kurses Désignation du 3 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 3. Kurses Contenu du 3 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	

**Koordinaten der/des verantwortlichen Dozenten:**
**Coordonnées du/des professeur(s) responsable(s):**

	Name, Vorname, Schule, E-Mail
Doz/prof.1	Dr. Mauro Carpita, HEIG VD Yverdon, mauro.carpita@heig-vd.ch
Doz/prof.2	Dr. Kurt Schenk, NT Buchs, kurt.schenk.ntb.ch
Doz/prof.3	Dr. Felix Jenni, FHNW, e-mail: <a href="mailto:felix.jenni@fhnw.ch">felix.jenni@fhnw.ch</a> (Supporting)

Vertiefungstheorie-Modulbezeichnung / Désignation du module théorique d'approfondissement	
<b>3. Modellierung von Elektrizitätsversorgungsnetzen</b>	
Lehr- und Lernziele, Kompetenzen / Objectifs d'enseignement, objectifs d'apprentissage et compétences visées	
Der Student bekommt Übung im Umgang mit statischen und dynamischen Netzberechnungen und ist in der Lage einfache Netzmodelle zu erstellen	
Modulinhalt / Contenu du module	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Modellierung von Drehstromnetzen; Netzelemente, Ersatzschaltbilder, Parameter</li> <li>• Aufbau und Umfang der Netzberechnungssoftware DiGSILENT</li> <li>• Grundlagen der Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnung</li> <li>• Übung: Lastflussberechnung und Kurzschlussstromberechnung eines einfachen Stranges</li> <li>• Übung: Lastflussberechnung und Kurzschlussstromberechnung im vermaschten Netz</li> <li>• Übersicht über dynamische Probleme in Drehstromnetzen</li> <li>• Dynamikmodelle der wichtigsten Netzkomponenten für EMT-Simulationen (transient) in DiGSILENT</li> <li>• Übung: zeitlicher Verlauf eines generatornahen Kurzschlusses</li> <li>• Aufbau von Dynamikmodelle für die RMS – Simulation (langzeit)</li> <li>• Übung: Erstellung eines einfachen Kraftwerksmodelles mit Drehzahl und Spannungsregler</li> </ul>	
Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen / Connaissances et compétences prérequis	
Electrical Energy Systems	
Teile des Moduls (falls das Modul aus mehreren Teilen besteht) Cours du module (si le module comporte plusieurs cours)	
Bezeichnung des 1. Kurses Désignation du 1 <sup>er</sup> cours	
Inhalt des 1. Kurses Contenu du 1 <sup>er</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 2. Kurses Désignation du 2 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 2. Kurses Contenu du 2 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 3. Kurses Désignation du 3 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 3. Kurses Contenu du 3 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	

**Koordinaten der/des verantwortlichen Dozenten /  
Coordonnées du/des professeur(s) responsable(s):**

	Name, Vorname, Schule, E-Mail
Doz/prof.1	Michael Höckel, BFH-TI, micheal.hoeckel@bfh.ch
Doz/prof.2	

Vertiefungstheorie-Modulbezeichnung / Désignation du module théorique d'approfondissement	
<b>4. Energiespeicher: Batterien, Supercaps und Integration</b>	
Lehr- und Lernziele, Kompetenzen / Objectifs d'enseignement, objectifs d'apprentissage et compétences visées	
Modulinhalt / Contenu du module	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über Energiespeichertypen (Akkus, Li-Ionen, Superkapazitäten) und deren Beschaltungen</li> <li>• Energiemanagement</li> <li>• Vergleich von Energiespeichern</li> <li>• Simulation von Energiespeichern in Anwendungen</li> <li>• Systemintegration: Hardware Aspekte und EMV</li> </ul>	
Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen / Connaissances et compétences prérequis	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse der Elektrotechnik und Kenntnisse auf dem Niveau des Zentralen MSE Moduls "El. En. Systems"</li> </ul>	
Teile des Moduls (falls das Modul aus mehreren Teilen besteht) Cours du module (si le module comporte plusieurs cours)	
Bezeichnung des 1. Kurses Désignation du 1 <sup>er</sup> cours	<b>Theorie, Simulation und Vorbereitungen</b>
Inhalt des 1. Kurses Contenu du 1 <sup>er</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetition Energiespeicher</li> <li>- Integration: EMV und Management von Energiespeichern</li> <li>- Simulation von Anwendungen mit Energiespeichern</li> <li>- Vorbereitungen für Labormessungen Tag 2</li> </ul>
Bezeichnung des 2. Kurses Désignation du 2 <sup>ème</sup> cours	<b>Labor- und Feldmessungen an LiFePO<sub>4</sub> Zellen und Supercaps</b>
Inhalt des 2. Kurses Contenu du 2 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entlade- und Ladezyklen von LiFePO<sub>4</sub> und Supercaps vergleichen</li> <li>- Aufnahme des Batterieverhaltens für eine 30km EV-Fahrt im Raum Luzern</li> <li>- Studium eines Lilonen Ladealgorithmus</li> <li>- Auswertungen und Software Erstellung als Hausarbeit</li> </ul>
Bezeichnung des 3. Kurses Désignation du 3 <sup>ème</sup> cours	<b>Resultate, Integrationsaspekte</b>
Inhalt des 3. Kurses Contenu du 3 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diskussion der Resultate von Tag 1 und 2, Programmierung Ladealgorithmus</li> <li>- Integration: HW Aspekte, EMV Messungen nach EN 61000-4-x</li> <li>- Demos, Anwendungen, Abschlussdiskussionen</li> </ul>

**Koordinaten der/des verantwortlichen Dozenten:**

**Coordonnés du/des professeur(s) responsable(s):**

	Name, Vorname, Schule, E-Mail
Doz/prof.1	Vinzenz Härrli, HSLU, vinzenz.haerri@hslu.ch
Doz/prof.2	

Vertiefungstheorie-Modulbezeichnung / Désignation du module théorique d'approfondissement	
<b>5. Photovoltaik</b>	
Lehr- und Lernziele, Kompetenzen / Objectifs d'enseignement, objectifs d'apprentissage et compétences visées	
Modulinhalt / Contenu du module	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonneneinstrahlung und Strahlungsangebot</li> <li>• Aufbau und Funktionsprinzip von Solarzellen</li> <li>• Solarmodultypen und Solargeneratoren</li> <li>• Aufbau von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen (Prinzipieller Aufbau, Wechselrichter, Netzanschluss)</li> <li>• Einführung in den Blitz- und Überspannungsschutz bei Photovoltaikanlagen</li> <li>• Normierte Darstellung von Energieertrag und Leistung bei netzgekoppelten Photovoltaikanlagen</li> <li>• Dimensionierung und Berechnung des Energieertrags von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen</li> <li>• Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen</li> <li>• Betriebserfahrungen mit netzgekoppelten Photovoltaikanlagen</li> <li>• Begleitbuch: „Photovoltaik“ von H. Häberlin (erscheint Herbst 2007)</li> </ul>	
Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen / Connaissances et compétences prérequis	
Teile des Moduls (falls das Modul aus mehreren Teilen besteht) Cours du module (si le module comporte plusieurs cours)	
Bezeichnung des 1. Kurses Désignation du 1 <sup>er</sup> cours	
Inhalt des 1. Kurses Contenu du 1 <sup>er</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 2. Kurses Désignation du 2 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 2. Kurses Contenu du 2 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 3. Kurses Désignation du 3 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 3. Kurses Contenu du 3 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
<b>Koordinaten der/des verantwortlichen Dozenten: Coordonnées du/des professeur(s) responsable(s):</b>	
	Name, Vorname, Schule, E-Mail
Doz/prof.1	Urs Muntwyler, BFH-TI, urs.muntwyler@bfh.ch
Doz/prof.2	Franz Baumgartner, ZHAW, franz.baumgartner@zhaw.ch



Vertiefungstheorie-Modulbezeichnung / Désignation du module théorique d'approfondissement	
<b>6. Stationsleittechnik und -schutz</b>	
Lehr- und Lernziele, Kompetenzen / Objectifs d'enseignement, objectifs d'apprentissage et compétences visées	
Die Studierenden kennen die Aufgaben der Stationsleittechnik und deren konventionellen und modernen Aufbau. Sie wissen, wie ein Abgang geschützt und gesteuert wird.	
Modulinhalt / Contenu du module	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist eine "Station"</li> <li>• Aufgaben der Stationsleittechnik, Steuerung und Schutz</li> <li>• Grundlagen der Stationsleittechnik von der Feldebene bis zur Leitebene: Architektur, Kommunikation, Leittechnikprinzipien</li> <li>• Konventionelle und intelligente Stationsleittechnik</li> <li>• Steuerung eines Abgangs</li> <li>• Schutz eines Abgangs</li> <li>• Laborversuche</li> </ul>	
Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen / Connaissances et compétences prérequis	
Teile des Moduls (falls das Modul aus mehreren Teilen besteht) Cours du module (si le module comporte plusieurs cours)	
Bezeichnung des 1. Kurses Désignation du 1 <sup>er</sup> cours	
Inhalt des 1. Kurses Contenu du 1 <sup>er</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 2. Kurses Désignation du 2 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 2. Kurses Contenu du 2 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
Bezeichnung des 3. Kurses Désignation du 3 <sup>ème</sup> cours	
Inhalt des 3. Kurses Contenu du 3 <sup>ème</sup> cours Name Dozent/nom du prof.	
<b>Koordinaten der/des verantwortlichen Dozenten:</b> <b>Coordonnées du/des professeur(s) responsable(s):</b>	
	Name, Vorname, Schule, E-Mail
Doz/prof.1	Martin Wiederkehr, FHNW; martin.wiederkehr@fhnw.ch