



# CERTIFICATE OF ADVANCED STUDIES: EFFIZIENZ UND ENERGIE

Jahresbericht 2007

Autor und Koautoren	Vinzenz V. Härri, Luzern Technik & Architektur
beauftragte Institution	CC IIEE, HSLU T&A (Hochschule Luzern Technik & Architektur)
Adresse	Technikumstrasse 21, 6048 Horw
Telefon, E-mail, Internetadresse	041 3493 313, <a href="mailto:vinzenz.haerri@hslu.ch">vinzenz.haerri@hslu.ch</a> , <a href="http://www.hslu.ch/iiee">www.hslu.ch/iiee</a>
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	101796 / 152834
BFE-Projektleiter	Roland Brüniger
Dauer des Projekts (von – bis)	15.8.2007 bis 30.6.2009
Datum	30.11.2007

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Idee zum CAS "Effizienz und Energie" entstand aus dem BFE-Auftrag, die von R. Bachmann für die FHNW gestalteten Ingenieur-Unterrichtsmodule für effiziente Antriebe [1] aufzunehmen und so weiter zu entwickeln, dass sie Berufstätigen im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung der HSLU T&A angeboten werden können.

Das Studium dieser Aufgabe führte zu einer Erweiterung des Angebots im Rahmen eines CAS, indem auch grundlegende Kenntnisse über Energie und Fähigkeiten zur Effizienzsteigerungen vermittelt werden. Das CAS wird im Rahmen dieses Projektes vom BFE unterstützt und beinhaltet nebst der Effizienz von Antrieben auch ökologische und ökonomische Grundlagen sowie Themen der Verfahrenstechnik und Bioenergie.

Das CAS wird wesentlich im 2008 bearbeitet und im Herbst 2008 starten.

Im 2007 wurden lediglich die organisatorischen Grundlagen gelegt. Dazu gehören nebst den Abklärungen der mitpartizipierenden Dozierenden, die genaue Budgetplanung und der offizielle Kick-Off des Projektes mit allen Beteiligten. Aktuell liegt eine detaillierte Stichwortliste der Kursteile, die Bereitschaften der Dozierenden und ein Stundenbudget vor, das organisatorisch auch den offiziellen internen Start des Projekts ermöglicht.

Das Projekt ist aufgegleist und wird mit dieser Kompaktheit von Kompetenzen innerhalb des Teams ein einmaliges Weiterbildungsangebot in der Schweiz darstellen.

## Projektziele

Die Zielsetzungen des CAS Kurses wurden im BFE Gesuch wie folgt formuliert:

- Die Teilnehmer erhalten Grundlagenwissen im Bereich erneuerbaren Energien.
- Die Teilnehmer erhalten vertieftes Wissen im Bereich energieeffiziente Antriebe und Geräten.
- Die Teilnehmer erhalten vertieftes Wissen im Bereich der Verfahrenstechnik für gesamte Systeme.
- Die Teilnehmer erhalten Informationen und Kenntnisse über Wirtschaftlichkeitsfragen, Energiewirtschaft und Finanzierungsmodelle im Bereich Energiesparen.
- Die Teilnehmer können im Zusammenhang mit der Energiediskussion kompetent mitreden.
- Die Teilnehmer sind in der Lage, Energieoptimierungs-Aufgaben wahrzunehmen, finanziell und technisch zu begründen und umzusetzen.
- Teilnehmer sollen durch eine interessante Vorlesungsreihe und die fachliche Ausweisung (Zertifikat) an der Teilnahme motiviert werden, und später ein positiver Beitrag zum Energiesparen in Industrie und Gewerbe leisten können.

Dazu begleitend gehören folgende, zusätzliche Vorbereitungsziele:

- Organisation: verpflichten und einbinden der Know-How Träger als Dozierende
- Erstellen eines Gesamtbudgets, welches die Anteile der Drittfinanzierung und der BFE Unterstützung, sowie die Stundenverteilungen aller Beteiligten transparent darstellt
- Genaue Recherche des Zielpublikums
- Koordination der CAS Kursteile
- Bereitstellen von Unterrichtsmaterialien und Infrastruktur
- Organisieren eines bedeutenden öffentlichen Events, genannt "Symposium" als regionaler und überregionaler Beitrag der HSLU T&A

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Ausgangslage:

Am 22.3.07 vollendete Ronny Bachmann sein BFE Projekt "Energieeffiziente elektrische Antriebe in der Ausbildung" [1]. Der Ausgangspunkt war die Erkenntnis, dass das Greifen von Energieeffizienz-Massnahmen wesentlich auch eine Frage der Ausbildung sei. Ähnliche Unterrichtsmodule bestanden bis zu diesem Zeitpunkt nur spärlich. An der HSLU T&A beschäftigt man sich seit langer Zeit mit energieeffizienten Antrieben und dem Zusammenspiel mit Energiespeichern (Schwerpunkt Superkapazitäten), und ein Engagement für diese Thematik drängte sich auf.

Aus der Sicht des BFE soll die HSLU T&A damit beauftragt werden, diese Schulung auch für weiterbildungsinteressierte Berufstätigen anzubieten. Ein genaueres Studium dieser Aufgabe liess die Notwendigkeit erkennen, die Thematik über die effizienten Antriebe hinaus zu einem CAS auszuweiten. Da Antriebe meist in einer ganzen Prozesskette systemisch eingesetzt sind, gehört im weiteren Sinn auch diese Thematik zu einem ganzheitlichen Weiterbildungsangebot dazu. Dieser Sichtweise kam entgegen, dass sich in Horw sehr viele kompetente Dozierende zu diesem Thema engagieren und damit die gewünschte Breite der Ausbildung ermöglichen.

Eine spezielle Bedeutung erhält diese Thematik auch im Rahmen des neuen Technik-Masters (MSE) der Fachhochschulen. Die dem Master zugrundeliegenden Forschungsaktivitäten und Kompetenzen können im Rahmen einer Weiterbildung auch weiteren Kreisen zu Gute kommen.

## Durchgeführte Arbeiten:

Folgende Arbeiten wurden bis jetzt durchgeführt:

- Klären und Koordination der Vorgehensweise mit unserem Ressort Weiterbildung (Frau Andrea Weber-Marin).
- Einzelgespräche mit möglichen Dozierenden, welche sich alle ausnahmslos für das CAS motivieren liessen. Besonders erfreulich ist die Tatsache, dass während dem Aufgleisungsprozess Herr Markus Lindegger als Mitarbeiter in unserem CC gewonnen werden konnte. Er wird zusätzliche kompetente Beiträge zu den vom BFE finanzierten Kursteilen beitragen können. Das Team stellt sich zum heutigen Zeitpunkt wie folgt zusammen:

Prof. Vinzenz V.Härri, Leiter CC IIEE und Dozent: Projektleiter des CAS, Mitgestaltung Kursteile K3, K4

Dieter Ernst, wissenschaftlicher Mitarbeiter CC IIEE: Vorbereitungsarbeiten, Kurteil K3 (Geräte)

Paul Schweizer, Mitarbeiter CC IIEE: Vorbereitungsarbeiten, Kurteil K3 und K4

Markus Lindegger, Mitarbeiter CC IIEE: Vorbereitungsarbeiten, Kurteil K3 (effiziente Antriebe)

Dr. Beat Wellig, Leiter CC "Thermische Energiesysteme & Verfahrenstechnik", Dozent: Anteil K1 thermodynamische Grundlagen und K2 "Energie in der Verfahrenstechnik"

Prof. Thomas Staubli, Leiter CC "Fluidmechanik & Hydromaschinen", Dozent: Anteil K2 "Anlageneffizienz bei Pumpen"

Dr. Thomas Nussbaumer, Dozent: Anteil K1 "Grundlagen Energie" und K2 "Bioenergie"

Frau Gertrud Osman, Kt. Luzern "Kanton Luzern, Umwelt und Energie", Dozentin: Anteil K1 Ökologie, Beratung

Frau Andrea Beck, Kt. Luzern "Kanton Luzern, Umwelt und Energie": Beratung

Ruedi Baumann, Kt. Luzern "Kanton Luzern, Umwelt und Energie": Beratung

Noch nicht geklärt ist die Übernahme des Teils K5 (Kosten & Finanzierung)

- Durchführung des Kick-Off Meetings mit allen Beteiligten: dazu gibt das bereits an R. Brüniger verteilte Protokoll vom 20.11.07 Auskunft. Die Informationen wurden ausgewertet und sind in der nachfolgenden Tabelle enthalten.
- Mehrfaches Überarbeiten des Kurslayouts und der Budgetinformationen. Tabelle 1 enthält alle relevanten Eckdaten des Kurses, wie Inhaltsstichworte, provisorische Kurdaten und Kursinformationen für Studierende (Stunden, Credits, Testate und Prüfungen).

CAS Energie und Effizienz

Kursteil	Beschreibung	Stichworte	Kontaktstudium	Begleitetes S.s.	Autonomes S.s.	Anteil 2008	Anteil 2009	ECTS	Leistungsnachweise						
									Kurstest (formativ)	Transferübung	Einzelarbeit	Gruppenarbeit	MEP	Schlussprüfung	Abschlussarbeit
K1	Kurseröffnung, Einleitung, Grundlagen	1. Kursorganisation, Einleitung 2. Grundlagen Energie: Weltenergieverbrauch, Energiebedarf und Perspektiven, Potenziale fossiler und erneuerbarer Energien, Klimawirkungen und Klimarelevanz verschiedener Energieträger, Massnahmen gegen Klimaänderungen, Bewertung von Prozessketten. 3. Grundlagen Ökologie. 4. Analysetechniken, Werkzeuge, Ökonomie. 5. Thermodynamische Grundlagen: Systematik der Energieumwandlungen; Möglichkeiten und Grenzen der Energieumwandlung; Energieerhaltung: 1. Hauptsatz der Thermodynamik; die zwei Gesichter der Energie: Quantität und Qualität; Energie- oder Exergie-Effizienz; wichtige thermische Prozesse.	24	3	18	45		1.5	x						
K2	Energie und Verfahrenstechnik	1. Energie in der Verfahrenstechnik: Überblick über die Verfahrenstechnik; Energieeinsatz in industriellen Prozessen; Effizienz-Analyse: ein praktisches Beispiel; Wärmeübertragung und Wärme-Kraft-Kopplungsprozesse: Brückenkompression, Wärmepumpen, thermische Arbeitsmaschinen, Wärmetransformation; Energie- und Exergie-Flussbilder; Energetische Prozessintegration: Pinch-Methode; Abwärmenutzung in industriellen Prozessen; Potenzial für Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen: Beispiel aus dem Bereich der Abwärmenutzung. 2. Bioenergie: Biomassepotenzial global und in CH; Arten und Eigenschaften biogener Brennstoffe; Technik und Wirtschaftlichkeit der Energieholznutzung; Massnahmen zur Luftreinhaltung; Vergleich von Wärme, Wärmekraftkopplung und Stromerzeugung aus Holz; Technik und Potenzial der Holzvergasung; Überblick zur Treibstoffherstellung aus Biomasse; Vergleich: Wärme, Strom und Treibstoff aus Biomasse. 3. Anlageneffizienz bei Pumpen: Energieverbrauch von Pumpen; Klassifikation von Pumpen, Kennlinien, Funktionsweise; Systemkennlinien, Serie- und Parallelschaltung, Verlustberechnung; Pumpenauswahl; Betriebsoptimierung, variable Drehzahl, Wartung; dynamische Vorgänge in Pumpenanlagen, Start-Stopp, Netzabwurf, Druckstoss; Anlagenmesstechnik, Pumpenmesstechnik. Begleitende Fallbeispiele	24	3	18	45		1.5	x						
K3	Effizienz und Optimierung von elektrischen Antrieben und Geräten	1. Übersicht el. Antriebe mit Vor- und Nachteilen; Motoren und deren typischer Einsatz: welche Motoren wann? Kalkulationsbeispiele, Gesamtöko-Betrachtungen und zugehörige Tools; typische Anwendungen. 2. Geräte: Effizienzübersicht, was ist möglich, Speisekonzepte von Geräten, Sicherheits- und EMV Aspekte, Standby-Verluste, Effizienz im Office Bereich, Spezialfall effiziente Beleuchtungen Begleitende Fallbeispiele,	16	2	12	30		1.0	x						
K4	Elektrische Antriebssysteme und Energiespeicher	Elektrische- und hybride Antriebssystemkonzepte; Übersicht Speicher (Batterien, SCAPs, weitere), Integration von Energiespeichern im System; dezentrale Energiepufferung und Regelstrategien, Antriebe im Gebäude und Mobilität: Aufzüge, MIV (mot. Individualverkehr) und öV (Busse), Auslegungskriterien und Systemsimulationen; Begleitende Fallbeispiele	16	2	12	30		1.0	x						
K5	Kosten & Finanzierung	Wirtschaftliche Aspekte zum Thema e.E.; Turn-around von Sanierungsinvestitionen; steuernde Faktoren der Wirtschaft; Ölpreiserhöhungs-Szenarien; Contracting, Funding; praktische Kalkulationen (Fallbeispiele).	16	2	12		30	1.0	x						
K6	Symposium: Effizienz und Energie	To be defined! Z.B. Axpo, Wissenschaftsvertreter, Politik und Bundesamt in Podiumsdiskussion nach Eingangsreferat eines "Publikumsmagneten"	8	12	100	96	24	4.0		x	x			x	x
	Projektarbeit	Thema aus eigenem Berufsumfeld mitgebracht & bearbeitet, gegenseitige Experten													

**Tabelle 1: Zusammengestellte Kursinformationen mit Stichworten und Stundensplitting**

## Nationale Zusammenarbeit

- Mit der FHNW wurden Informationen ausgetauscht. Es fanden Gespräche mit R. Bachmann und F. Gutzwiller statt
- Themen der Energieeffizienz wurden im Rahmen des Aufbaus des Technik Masters der Fachhochschulen (MSE) verschiedentlich mit den schweizerischen Fachhochschulen diskutiert
- Enger Kontakt besteht mit dem Amt für Umwelt und Energie des Kantons Luzern: R. Baumann, Frau G. Osman und Frau A. Beck wurden in die Ausrichtung des CAS miteinbezogen.

## Bewertung 2007 und Ausblick 2008

- Auch wenn noch keine inhaltlichen Arbeiten stattgefunden haben, ist das CAS gut aufgegleist und im Detail dokumentiert.
- Die budgetierten Aufwendungen werden pro 2007 recht genau aufgehen.
- Das Team ist zusammengestellt und motiviert.
- Die inhaltliche Detailarbeit beginnt im Januar 2008: Marktanalyse, konkretisieren der Inhalte aller Kursteile und in Angriff nehmen der Hauptarbeit für das BFE, nämlich die Gesamtkonzeption der Kursteile K3 und K4.
- Das didaktische Durchdenken des CAS brachte einige Ideen zu Tage: einerseits möchten wir innerhalb der Kursteile K3 und K4 im neuen Labor des CC IIEE einige Demonstrationen machen. Im Verlauf der Diskussionen über das CAS wurde auch eine Idee von Markus Lindegger aufgegriffen, die eine weitergehende Demonstrationsplattform von ganzen Prozessketten anbieten könnte. Das unter dem Arbeitstitel "Trainingsanlage Energieeffizienz" angedachte Konzept für einen "Meccano" ähnlichen Baukasten, möchten wir weiterverfolgen. Eine Umsetzung einer solchen Plattform wird aber im Rahmen dieses Projektes kaum möglich sein.
- Die Grenzen des Projektes stellt die Marktnachfrage dar. Die Projektleitung stellt sich aber auf den Standpunkt, dass das Vorhaben dieses CAS sehr nachhaltig sein wird. Es darf damit gerechnet werden, dass das Thema Energie noch mehr an Bedeutung gewinnt und ein grosser Bedarf an fähigen Berufsleuten bestehen wird. Wir rechnen damit, dass nach einem zweiten oder dritten Durchlauf der Kurs sogar zu einem echten "Schlager" wird. Durch geschicktes Marketing wollen wir versuchen, garantiert einen ersten Durchlauf dieses CAS zu erreichen.

## Referenzen

- [1] R. Bachmann: **Energieeffiziente elektrische antriebe in der Ausbildung**, Schlussbericht BFE, 22.3.07, BFE CH-3063 Bern

## Glossar

CAS	heisst Certificate of Advanced Studies und meint eine formal definierte Ausbildung mit ca. 300h Aufwand und Abschluss Zertifikat
CC IIEE:	Kompetenzzentrum (CC) "Integrale Intelligente und Effiziente Energiesysteme". Die Forschungseinheit der HSLU T&A, welche dieses Projekt trägt ( <a href="http://www.hslu.ch/iiee">www.hslu.ch/iiee</a> )
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz, Kontakt: Rolf Gutzwiller, Hochschule für Technik, Institut Power and Signal Processing, Gründenstrasse 40, CH-4132 Muttenz
HSLU T&A	Hochschule Luzern, Technik & Architektur (Fachhochschule Zentralschweiz) ( <a href="http://www.hslu.ch/technik-Architektur">www.hslu.ch/technik-Architektur</a> )
MSE	Master of Engineering: offizieller Name des Fachhochschul-Master Angebots der FTAL. Dieser Master, der von allen Fachhochschulen gemeinsam entwickelt wird soll im Herbst 08 starten