

# Energienetze der Zukunft – Smart Grid-Lernsysteme in der unterrichtlichen Praxis

Dipl.-Ing. Andreas Stetza  
Leiter Smart Grid Labor



17. Hochschultage Berufliche Bildung 2013  
Universität Duisburg-Essen

Staatliche Gewerbeschule  
Energietechnik G10 Hamburg-Altona



# Lernort G10



- 1.650 Schülerinnen und Schüler
- Berufsschule
- Berufsqualifizierung
- Berufsfachschule
- Fachoberschule
- **Fachschule für Technik**

# Fachschule für Technik

## Fachrichtung Elektrotechnik

### Energietechnik und Prozessautomatisierung

- **Zielgruppe:** Schülerinnen und Schüler mit abgeschlossener Berufsausbildung im Alter von 23 – 40 Jahren
- Tagesform (Vollzeitform) Dauer 2 Jahre
- Abendform (Teilzeitform) Dauer 3 Jahre  
→ **Staatlich geprüfte(r) Technikerin/Techniker**

Unterrichtsfach: *Energieanlagen analysieren und planen (EAP)*

# Fachschule für Technik

## Stundenplan TF2\_2: Energieanlagen analysieren und planen

G10 Museumstr. 19 Sommer 2013  
D-22765 Hamburg

TF2\_2

TimTo

	Mo	Di	Mi	Do	Fr
<b>1</b> 8:00 - 9:30					25 SteAn ENT
<b>2</b> 9:45 - 11:15					25 SteAn ENT
<b>3</b> 11:45 - 13:15	043 LAM2				
<b>4</b> 13:30 - 15:00	043 LAM2				

- **Freitags: 08.00 – 11.15 Uhr → Raum 25: elektrische Netze**

- **Montags: 11.45 – 15.00 Uhr → LAM2: elektrische Antriebe**

- **Zeitlich- räumliche Trennung im Fach EAP**
- **Zwei Lehrer-Teams, Tages- und Abendschulform**

# Fachschule für Technik

## Stundenplan TF2\_2: Energieanlagen analysieren und planen

G10 Museumstr. 19  
D-22765 Hamburg

TF2\_2

	Mo
1 8:00 9:30	
2 9:45 11:15	
3 11:45 13:15	
4 13:30 15:00	LAM

### Herausforderungen

#### Im Fach EAP (Antriebe, Netze)

- Zeitlich- räumliche Trennung im Fach EAP
- Zwei Lehrer-Teams, Tages- und Abendschulform
- Eine Prüfungsaufgabe: Antriebe und Netze
- Unterrichtsschwerpunkt Netze: Kein eigener Labor- oder Fachraum
- Kein gemeinsamer Lerngegenstand

für einen praxisorientierten  
Kompetenzerwerb

- Zeitlich-
- Zwei Lehr-

tags: 08.00 –  
5 Uhr → Raum  
elektrische Netze

tags: 11.45 –  
0 Uhr → LAM2:  
trische Antriebe

# Fachschule für Technik

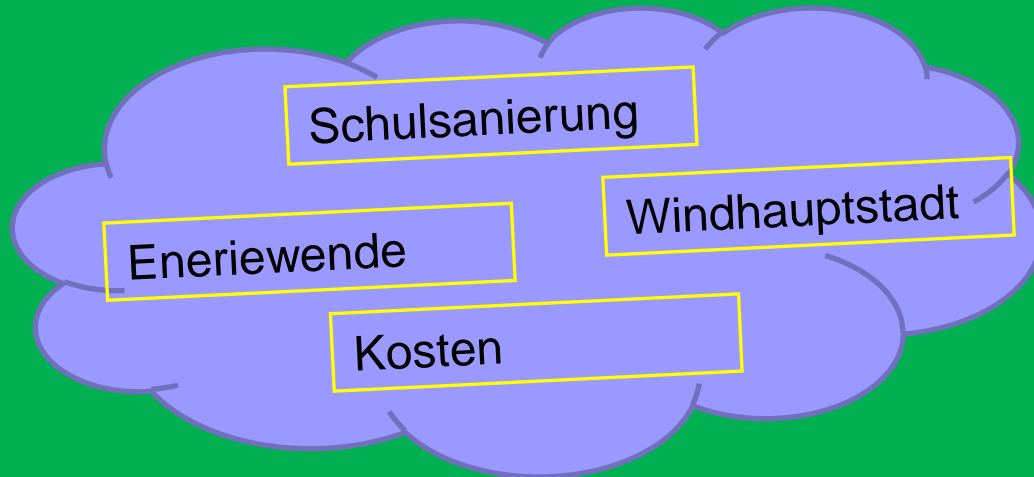
## Stundenplan TF2 2: Energieanlagen analysieren und planen

G10 Museumstr. 19  
D-22765 Hamburg  
TF2 2

	Mo
1	
8:00 - 9:30	
2	
9:45 - 11:15	
3	
11:45 - 13:15	
4	
13:30 - 15:00	LAM

### Suche

nach einem geeigneten Lerngegenstand



**für einen praxisorientierten  
Kompetenzerwerb**

tags: 08.00 – 15 Uhr → Raum elektrische Netze

tags: 11.45 – 15 Uhr → LAM2: elektrische Antriebe

- Zeitlich-
- Zwei Lehre

# Semesterfahrplan Energie- technik

Inhalt		
1	<b>Einstieg in das Fach Energietechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Gegenstand der Energietechnik: Grundbegriffe</li> <li>□ Definitionen</li> </ul>	TF2_2
2	<b>Fernübertragung elektrischer Energie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Geschichtlicher Zusammenhang</li> <li>□ Netze               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbundsysteme</li> <li>▪ Spannungsebenen</li> <li>▪ Stromleiter</li> </ul> </li> <li>□ Wirkungsgrad eines einfachen Übertragungssystems</li> </ul>	
3	<b>Kraftwerke</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Energiegewinnung, Kenngrößen verschiedener „Stromerzeuger“ Informationsblatt (zweiseitig) zu einer Form der Energiegewinnung</li> <li>□ Netzbelastung und Einsatzplanung</li> </ul>	
4	<b>Freileitungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Masten, Leiter, Isolatoren, Erdung</li> </ul> <b>Starkstromkabel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Aufbau, Typenbezeichnung</li> <li>□ Gängige Kabeltypen</li> </ul>	Klassenarbeit
5	<b>Bemessung elektrischer Leitungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Allgemeine Grundsätze der Projektierung</li> <li>□ Kenngrößen: R', L', C'</li> </ul>	
6	<b>Spannungsfall auf Drehstromleitungen (einseitige und zweiseitige Speisung)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Ersatzschaltbild einer Anlage</li> <li>□ Spannungsfall auf einer am Ende belasteten Leitung</li> <li>□ Spannungsfall auf einer an mehreren Stellen belasteten Leitung</li> <li>□ Spannungsfall auf einer Ringleitung</li> </ul> Projektaufgabe mit Software-Tool (X-SPIDER)	Klassenarbeit
7	<b>Kurzschlüsse in Netzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Ausgleichsvorgänge</li> <li>□ Berechnung von Kurzschlussströmen im stationären Zustand</li> <li>□ Schaltanlagen</li> <li>□ Auslegung von Leistungsschaltern</li> </ul>	Klassenarbeit
8	<b>Kompensation (zur Senkung der Stromkosten)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Kompensationsarten</li> <li>□ Verdrosselung von Kondensatoren</li> </ul>	Klassenarbeit

EAP konventionell

S  
M  
A  
R  
T  
  
G  
R  
I  
D  
  
L  
A  
B  
O  
R

# Smart Grid Einsatz

Lernsystem

2	<b>Fernübertragung elektrischer Energie</b> <ul style="list-style-type: none"><li>□ Geschichtlicher Zusammenhang</li><li>□ Netze<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Verbundsysteme</li><li>▪ Spannungsebenen</li><li>▪ Stromleiter</li></ul></li><li>□ Schaltanlagen und Geräte (MS, NS)</li></ul>	„Sammel-schiene“
3	<b>Kraftwerke</b> <ul style="list-style-type: none"><li>□ Energiegewinnung: Kenngrößen verschiedener „Stromerzeuger“ (!) Informationsblatt (zweiseitig)</li><li>□ Netzbelastung und Einsatzplanung</li></ul>	„KWEA“ „PV“ („WEA“ im 2. Semester)

Realobjekte  
MS-Anlage (G10)  
MS-Realmodell



# Smart Grid Einsatz

5	<b>Bemessung elektrischer Leitungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>□ Allgemeine Grundsätze der Projektierung</li><li>□ Kenngrößen: <math>R'</math>, <math>L'</math>, <math>C'</math></li></ul>	„Freileitung“
6	<b>Spannungsfall auf Drehstromleitungen (einseitige und zweiseitige Speisung)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>□ Ersatzschaltbild einer Anlage</li><li>□ Spannungsfall auf einer am Ende belasteten Leitung</li></ul>	„Sammelschiene“
	<ul style="list-style-type: none"><li>□ Spannungsfall auf einer an mehreren Stellen belasteten Leitung</li><li>□ Spannungsfall auf einer <i>Ringleitung</i></li></ul> Projektaufgabe mit Software-Tool	

# Smart Grid Einsatz

7	<b>Kurzschlüsse in Netzen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>□ Ausgleichsvorgänge</li><li>□ Berechnung von Kurzschlussströmen im stationären Zustand</li><li>□ Schaltanlagen</li><li>□ Auslegung von Leistungsschaltern</li></ul>	„Komplexe Verbraucher“ „Störungen auf Freileitung“
8	<b>Kompensation (zur Senkung der Stromkosten)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>□ Kompensationsarten</li><li>□ Verdrosselung von Kondensatoren</li></ul>	„Komplexe Verbraucher“

# Unterrichtspraxis (Pilotgruppe)

## Durchführung

- Drei Zeitstunden pro Lernsystem
  - zwei Systeme pro Schüler im Semester
- Häusliche Vorbereitung mittels Kurs (via Intranet)
- Selbstständiges Arbeiten in Kleingruppen
- Leistungsnachweis: Gruppenarbeit, Arbeitsergebnisse (schriftlich)
- 12 Schüler im Labor, die verbleibenden Schüler werden mit Aufgabe beschäftigt
  - Lehrer als „Pendler“



# Unterrichtspraxis (Pilotgruppe)

## Zwischenfazit

- Hohe Motivation unter den Schülern
- Sinnlich anschauliches Arbeiten
- Kurse fokussieren auf technische Inhalte
- Selbstständiges Arbeiten in Kleingruppen
- Mehrere Lehrer mit gleicher Motivation
- Zeit in Arbeitskreis notwendig: Austausch, Systempfleg, Verantwortlicher
- Keine Entwicklung von Unterrichtsmaterial



# Ausblick

- In neuen Bildungsgänge unterstützen
- Fortbildung Kolleginnen und Kollegen
- Fachlicher Austausch mit Hochschulakteuren
- Moodle-Einsatz
- Erweiterung des Smart Grid Lernsystems mit Stationen bei Ausbau Technikerschule
- Projektwoche: Inbetriebnahme der sechs Einzel-Lernsysteme



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**



<http://www.g10.de/>