HOCHSCHULE ZITTAU/GÖRLITZ
University of Applied Sciences

H.-J. Kretzschmar, I. Stöcker
Fachgebiet Technische Thermodynamik, Fakultät Maschinenwesen
www.thermodynamik-zittau.de
T. Zschunke
Fachgebiet Energie- und Kraftwerkstechnik, Fakultät Maschinenwesen
http://energietechnik.hs-zigr.de

Nutzung von EBSILON in der Lehre an der Fakultät Maschinenwesen der Hochschule Zittau/Görlitz

Inhalt:

1. Weshalb EBSILON in Ausbildung?
2. Studentische Arbeiten und Praktika mit EBSILON
3. EBSILON im Thermodynamischen Grundlagenpraktikum
4. Anwendung von EBSILON im Fach „Simulation energietechnischer Anlagen“
5. Weitergehende Nutzung von EBSILON in studentischen Arbeiten
6. Erfahrungen und Schlussfolgerungen

1. Weshalb EBSILON in Ausbildung?

Nutzung von Software in Ausbildung

Studiengang Maschinenbau	Studiengang Energie- und Umwelttechniktechnik
Mathcad	Mathcad
NX	AutoCAD mechanical
Inventor	EBSILON
Solid Works	Fluent
ANSYS	

Entscheidung für EBSILON weil:

- Ausschließlich graphischer Aufbau des Schaltbildes,
  übersichtliche Dateneingabe,
  komfortables Erkennen von Eingabefehlern

  ⇓

  Anschaulichkeit

  ⇓

  Eignung für Lehre

- Programm mit breiter Anwendung in Praxis und hoher Akzeptanz

➡ **Spätere Anwendung im Beruf mit hoher Wahrscheinlichkeit gegeben!**

Lizenzen von EBSILON an der Hochschule Zittau/Görlitz

2000: EBSILON-Testversion

2001: 20 Netzwerk-Lizenzen EBSILON für PC-Pool der Fakultät Maschinenwesen

seit 2007: 20 Lizenzen EBSILON für PC-Pool
3 Einzelplatz-Lizenzen EBSILON für Lehrende
5 Lizenzen EbsScript

2. Studentische Arbeiten und Praktika mit EBSILON

Nutzung im Studiengang Energie- und Umwelttechnik mit 30 bis 40 Studierenden

► **Grundstudium:** **Fach Technische Thermodynamik III im 4. Semester**
Praktikum als Sitzung am PC für 2 Std.

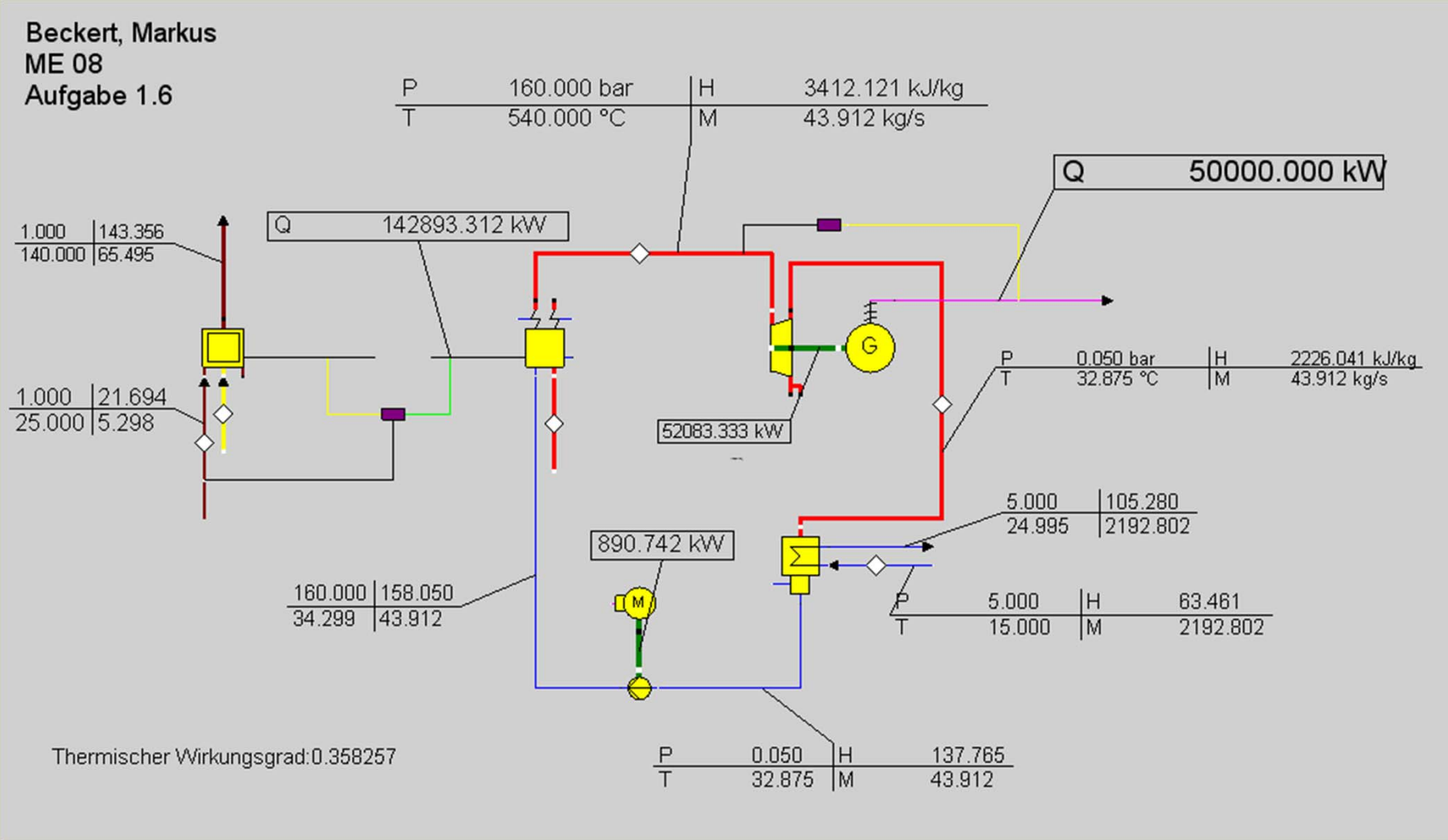
► **Hauptstudium:** **Fach Simulation energietechnischer Anlagen mit Semester begleitenden Beleg im 7. Semester**
im Umfang 2 Semesterwochenstunden und
60 Std. Selbststudienzeit

Studienrichtungen:
- Wärme- und Kraftwerkstechnik
- Regenerative Energietechnik
- Kernenergie- und Strahlentechnik
- Gebäudeenergietechnik (ab 2011)

► **Studien- und Diplomarbeiten**

3. EBSILON im Thermodynamischen Grundlagenpraktikum

Inhalt: Einfacher Clausius-Rankine-Rechtsprozess



Vorbereitung des Praktikums

Studierende erhalten:

- **Broschüre** mit allgemeinen Informationen über EBSILON, prinzipiellen Hinweisen zur Bedienung von EBSILON und Beschreibung des Praktikumablaufs

- **Individuelle Aufgabenstellung** für Berechnung eines einfachen Clausius-Rankine-Kreisprozesses

30 Varianten für Aufgabenstellungen in 3 Gruppen mit jeweils verschiedenen Werten

Gruppe	Gegebene Größe		
	$\dot{m}$	P_G	$\dot{m}_B$
1		x	
2			x
3	x		

Handrechnung zur Vorbereitung

- Berechnung der Zustandsgrößen and Prozesspunkten nicht gegebene Prozessgrößen
- Darstellung des Schaltbildes und der Zustandsänderungen im *h*,*s*- und *T*,*s*-Diagramm

Durchführung des Praktikums

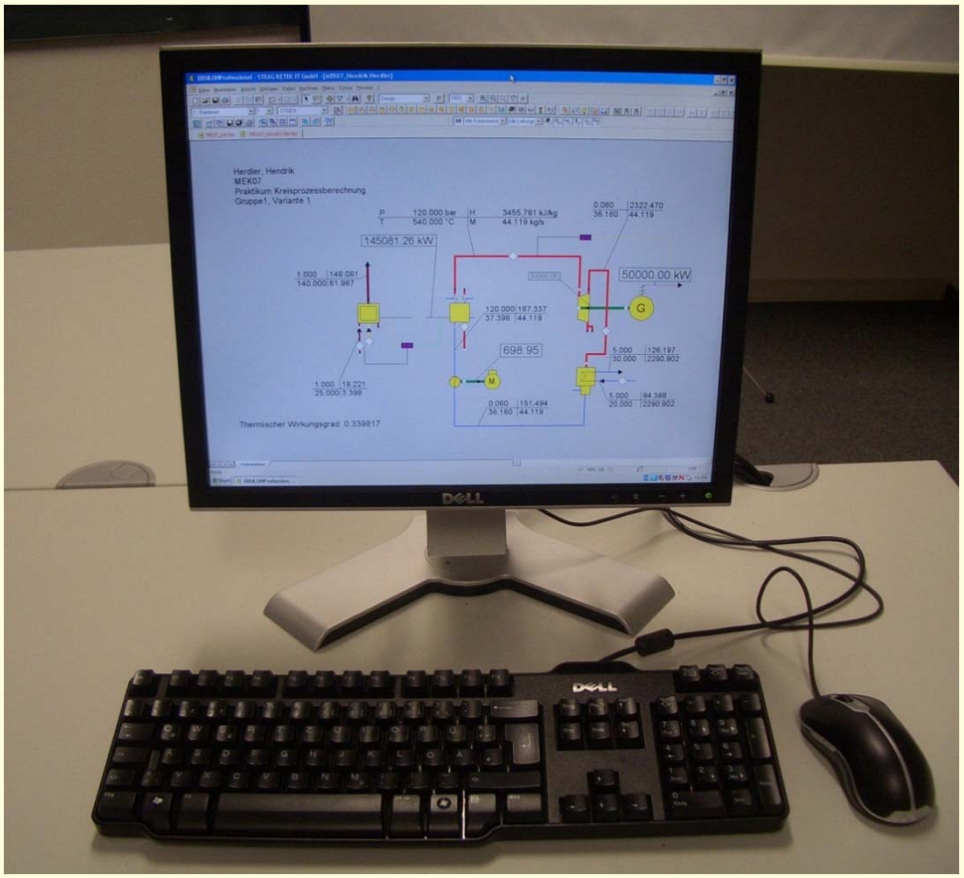
Sitzung im PC-Pool (ca. 2 Stunden)

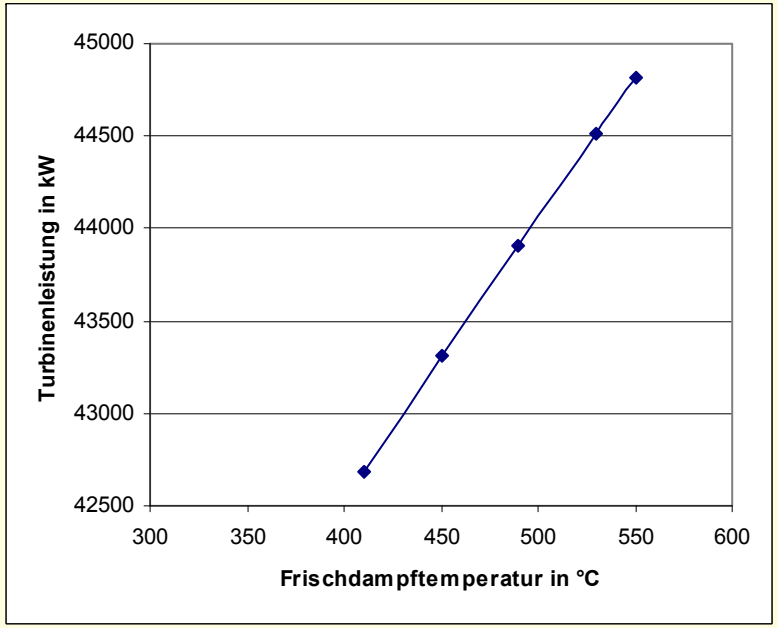
- Aufbau des Schaltbildes individuell durch die Studierenden nach einer Anleitung
  Die Anleitung stellt die Voraussetzung für die Nutzung von EBSILON durch 30 bis 40 Studierende je Studienjahr dar!
- Betreuung durch Lehrkraft im PC-Pool
- Nachrechnung des von "Hand" gerechneten Prozesses mit EBSILON
- Durchführung einer Parametervariation durch Editieren der EBSILON-Eingabedatei
  → ausgehend von jeweiliger Variante der Aufgabenstellung werden 2 Größen in je 5 Werten variiert

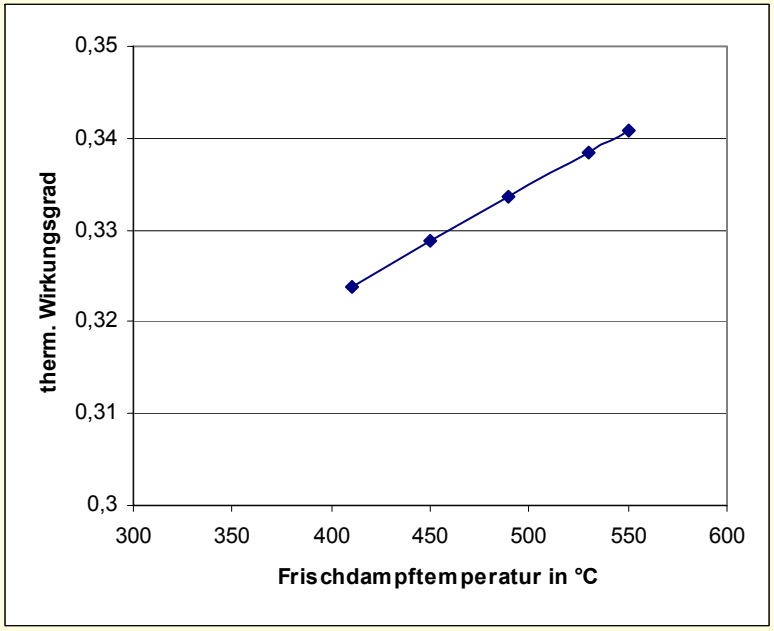
Auswertung des Praktikums

- Vergleich mit Handrechnung
- Darstellung der Parametervariation in Diagrammen

Fertigstellung des Schaltbildes im PC-Pool







Darstellung der Parametervariation in Diagrammen

4. Anwendung von EBSILON im Fach „Simulation energietechnischer Anlagen“ im 7. Semester

Arbeitsschritte

- Detailliertes Kennenlernen des Programms EBSILON mit Hilfe eines ausführlichen Einführungsbeispiels (Tutorial) – aufbauend auf das Praktikum im Fach Technische Thermodynamik III im 4. Semester
- Individueller Aufbau einer Basisschaltung in EBSILON (für alle Studierenden gleich)
- Davon ausgehend Gestaltung einer individuellen Schaltungsvariante gemäß Aufgabenstellung
- Durchführung von Parameterstudien

Auswertung der EBSILON-Ergebnisse

- Vergleich der Schaltungen, Diskussion über Realisierbarkeit
- Erstellen und Überprüfen vollständiger Energiebilanzen
- Arbeit mit Effizienzkennzahlen (Bruttowirkungsgrad, Nettowirkungsgrad, Brennstoffausnutzungsgrad)
- Darstellung von Energiestrombilanzen in Form von Sankey-Diagrammen
- Ergebnisdarstellung und Diskussion der Parameterstudien

Anfertigung einer Belegarbeit und Verteidigung vor der Gruppe

→ Vergleich der Schaltungsvarianten der Studierenden möglich

Individuelle Aufgabenstellungen

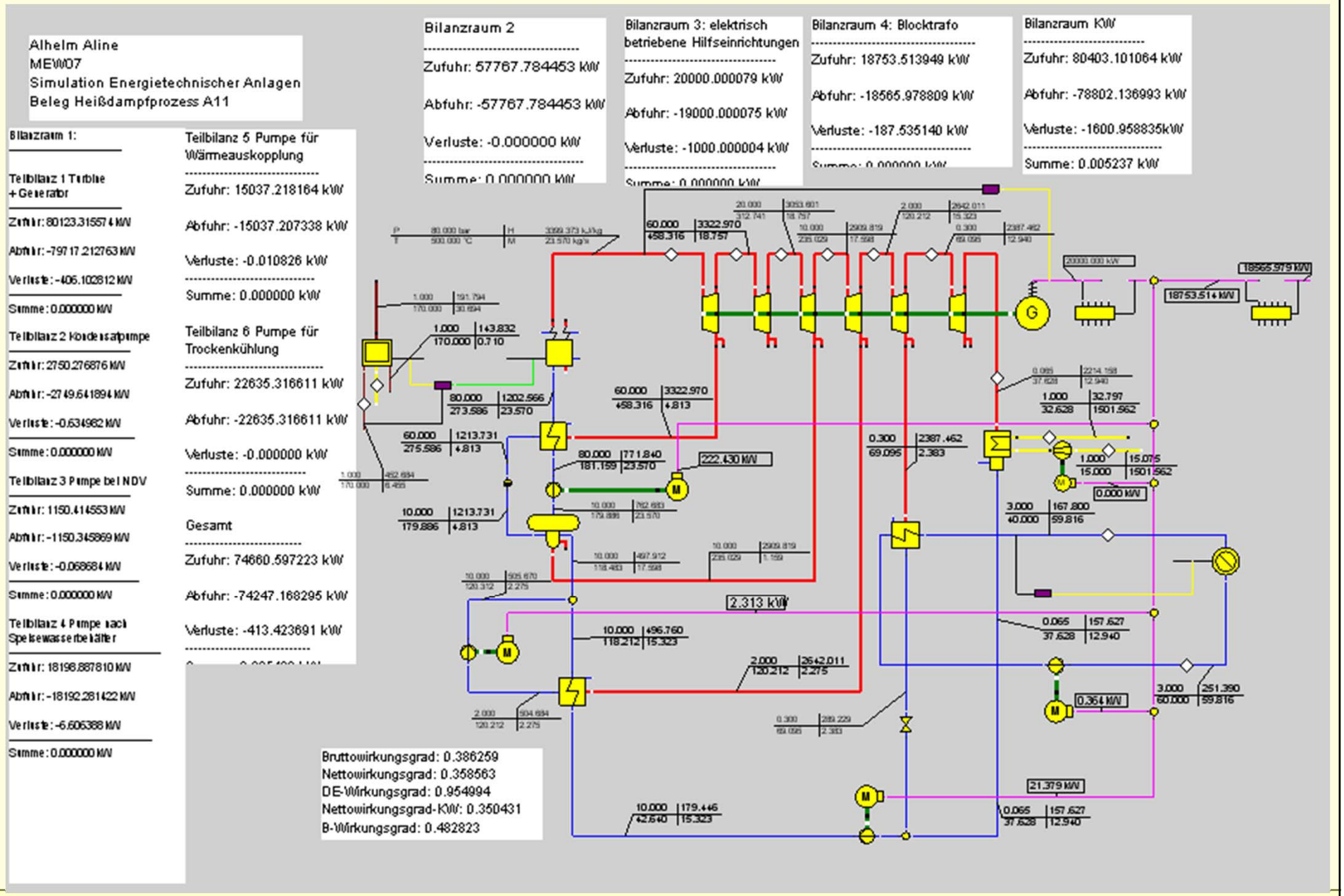
Studienrichtung	Individuelle Aufgabenstellungen zur Anlagengestaltung	Variantenvergleiche
Wärme- und Kraftwerkstechnik	Clausius-Rankine-Prozess mit - Variationen der Vorwärmsäule - Variation der Kondensationsbedingungen - Wärmeauskopplung - Zwischenüberhitzung - Vergleich ESP und TSP - verschiedene Brennstoffe	Variationen von: - Frischdampftemperatur - Frischdampfdruck - Kühllufttemperatur oder - Kühlwassertemperatur - Wärmestrom der Wärmeauskopplung
Regenerative Energietechnik	oder GuD-Prozess mit - Variationen der Vorwärmsäule zum Kennenlernen der Koppelbedingungen - Variation der Kondensationsbedingungen - Wärmeauskopplung	- Brennstoffmassestrom - Lufteintrittstemperatur in Gasturbine nur bei GuD-Prozess
Kernenergie- und Strahlentechnik	Sattdampfprozess mit Untersuchung der - Anordnung von Entnässungen - Zwischenüberhitzung - Veränderungen der Vorwärmsäule	- Frischdampfdruck - Kondensationstemperatur - Entnässungsgrad

Organisation der Lehrveranstaltung

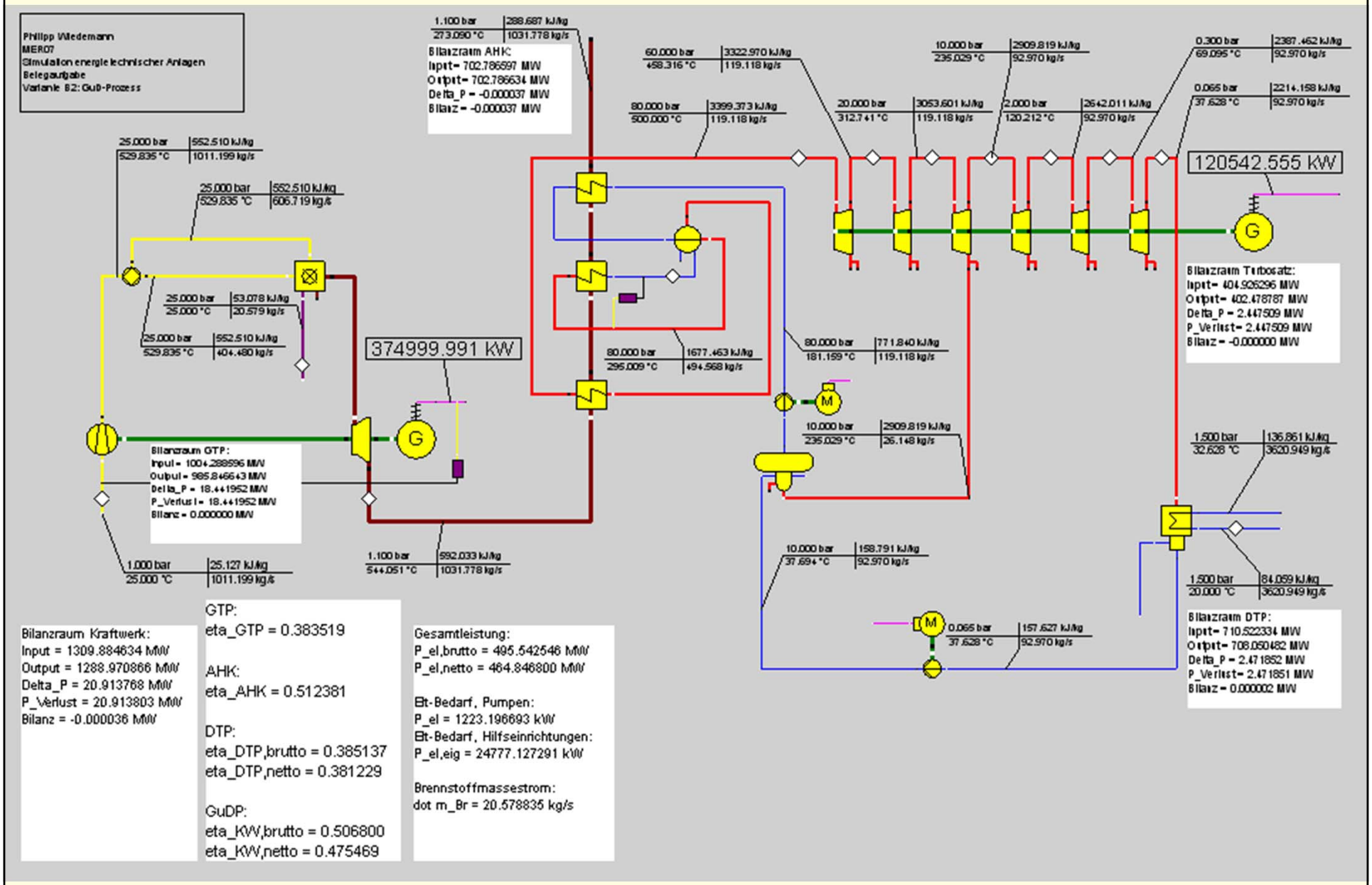
2 parallele Lehrveranstaltungen mit 2 Stunden wöchentlich im PC-Pool mit Anwesenheit Lehrpersonal für:

- Bearbeitung Einführungsbeispiel
- Individuelle Belegbetreuung
- Pflichtkonsultation
- Anfertigung eines Beleges
- Verteidigung des Beleges vor Seminargruppe

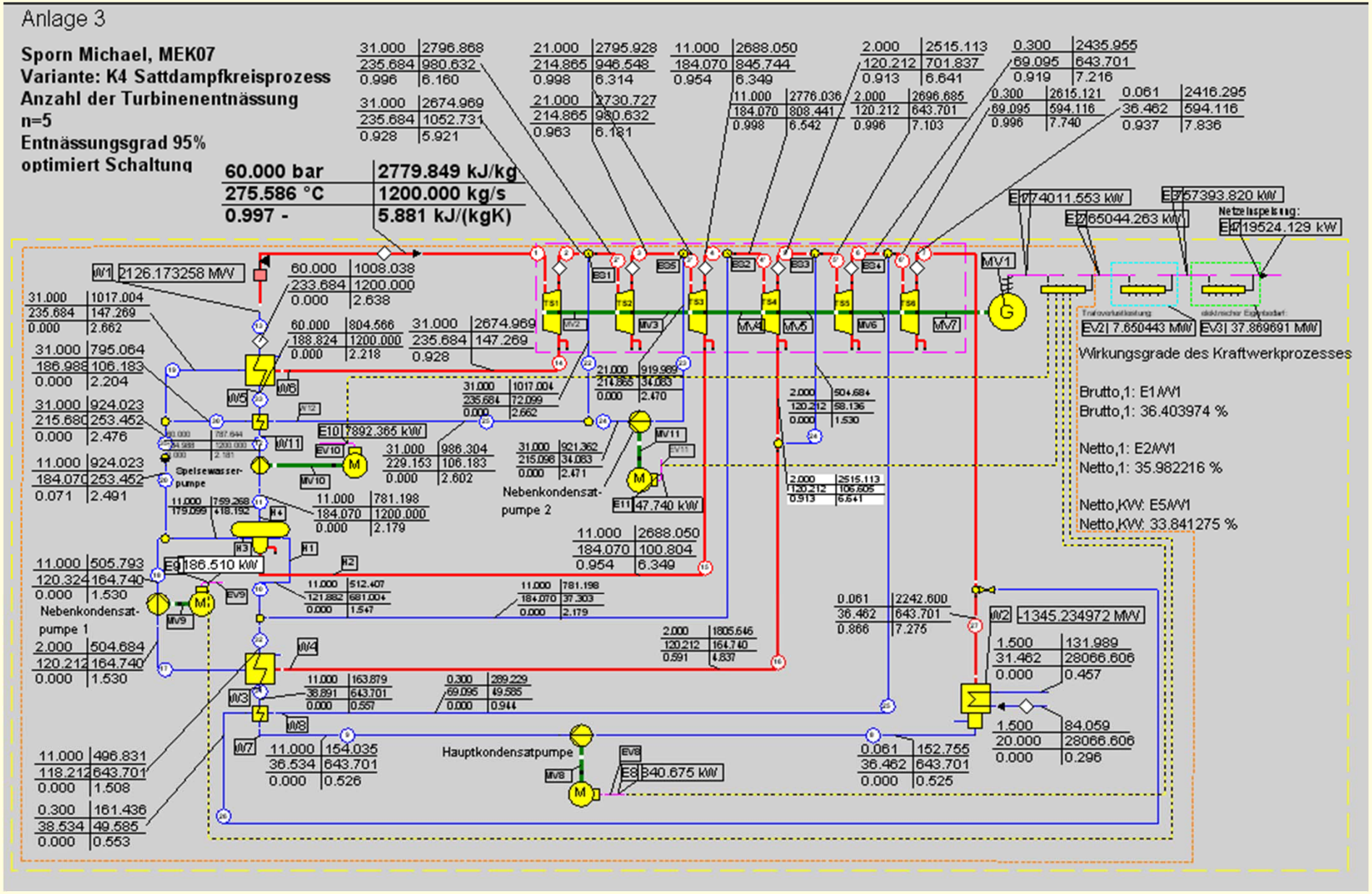
Beispiel für Schaltung mit Wärmeauskopplung



Beispiel für GUD-Prozess



Beispiel für Sattdampfprozess



5. Weitergehende Nutzung von EBSILON in studentischen Arbeiten

Beispiel für Studienbeleg:

Vergleich von Biomasse BHKW-Konzepten mit EBSILON

bearbeitet von Patrick Pasold, MER 07

Beispiel für Praxissemesterarbeit:

Thema bei Vattenfall (Kernkraftwerk Brunsbüttel)**:**

Simulation des Wasser-/Dampfkreislaufes eines Siedewasserreaktors mit Hilfe von EBSILON®

bearbeitet von Sören Jacobi, MEK 03

Beispiele für Diplomarbeit:

Thema bei Vattenfall Europe Powerconsult GmbH (mit Sperrvermerk)**:**

Erstellung eines EBSILON- Modells der 30MWth- Oxyfuel- Forschungsanlage in Schwarze Pumpe

bearbeitet von Martin Bachmann, MER 05

Thema bei RWE Power AG**:**

Thermodynamische Modellierung eines Braunkohleblockes unter besonderer Berücksichtigung des Dampferzeugers

bearbeitet von Robert Preusche, MEW 02

6. Erfahrungen und Schlussfolgerungen

Studierende nehmen EBSILON an !

EBSILON im Praktikum Thermodynamik (4. Semester)

- Kennenlernen eines kommerziellen Programms
  → Philosophie solcher Programme
- Programmanwendung - kein Blindflug
  → Anschaulichkeit durch graphische Bedienung
  → vorausgegangene Handrechnung
- "AHA"-Erlebnis - Programm bestätigt Handrechnung
  → Gefühl für das, was im Programm passiert
- Parametervariation
  → von Hand kaum durchführbar
  → Gefühl für Einfluss verschiedener Größen
- Vorbereitung der Nutzung von EBSILON bereits im Praxissemester (5. Semester)

EBSILON im Fach Simulation energietechnischer Anlagen (7. Semester)

- Verständnis und Philosophie von Simulationswerkzeugen werden vermittelt
- Fähigkeit zur Anwendung auf reale Kraftwerksschaltungen wird erhöht
- Energietechnisches Komplexdenken wird gefördert
- Schwachstellen bezüglich des anwendbaren Wissens werden sichtbar und deutlich verringert
- Kultivieren einer gesunden Skepsis gegenüber Berechnungswerkzeugen
- Arbeit mit Kennzahlen (Brutto- und Nettowirkungsgrad, Brennstoffausnutzungsgrad) wird gefestigt