



SPIELEND ZUM ENERGIEEXPERTEN

VIRTUELLE ENERGIESYSTEMLABORE

Bewerbung von Jun.-Prof. Dr.-Ing. Aaron Praktiknjo
für ein Fellowship
Innovationen in der digitalen Hochschullehre

Juniorprofessur für Energieressourcen- und Innovationsökonomik
RWTH Aachen University
apraktiknjo@eonerc.rwth-aachen.de

Inhaltsverzeichnis

Persönliche Motivation	1
Problembeschreibung.....	2
Beschreibung des Vorhabens	2
Implementierung, Qualitätssicherung und Verstetigung des Vorhabens	5
Erwartete Ergebnisse und Innovationspotential	6
Vorarbeiten und Erfahrungen des Antragsstellers.....	6
Bibliographie.....	7

Persönliche Motivation

Deutschland nimmt durch die Energiewende international eine Vorreiterrolle im Bereich der Energiewissenschaften ein. Gleichzeitig steigt jedoch durch die Dezentralisierung von Energiesystemen in diesem Bereich der Grad an Komplexität und an Interdisziplinarität rapide an. Eine vielversprechende Lösungsmöglichkeit stellt dabei die Digitalisierung von Energiesystemen dar. Gerade in einem solchen, sich rasant wandelnden und hochkomplexen Umfeld werden neue innovative Konzepte in der universitären Ausbildung benötigt, um zukünftige Fachkräfte adäquat auf ihre späteren Aufgaben in einer derart vernetzten Umwelt vorbereiten zu können.

Schon als Lernender haben den Antragsteller Computer auf seinem Bildungsweg begleitet. So hatte er seit der Grundschule an das Privileg, digitale Lernsysteme beispielsweise für Vokabel- oder Grammatiktrainings verwenden zu können. Insbesondere die Möglichkeit, Lernerfolge zeitnah zu messen sowie gegebenenfalls sogar interaktiv gemeinsam mit anderen Lernenden Wissen zu erwerben, haben den Antragsteller stark begeistert und damit einhergehend meinen eigenen Lernerfolg maßgeblich gesteigert.

Aber auch als Lehrender an mehreren Universitäten hat der Antragsteller seit 2007 zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter, als Lehrbeauftragter und nun als Juniorprofessor intensive und durchweg positive Erfahrungen mit der Entwicklung und dem Einsatz von digitalen Lernsystemen sammeln dürfen. Theoretisch Gelerntes in einer virtuellen Simulationsumgebung nach dem Prinzip „Learning by doing“ spielend anwenden zu können, vereinfacht den Lernprozess der Studierenden und steigert die Lernmotivation aus der Sicht des Antragstellers nach spürbar. Auch in den erhobenen Evaluationen meiner Lehrveranstaltungen der letzten zehn Jahre wurde dieser Aspekt stets sehr deutlich positiv hervorgehoben.

Von der Teilnahme am Fellowship Programm erhofft sich der Antragssteller deshalb eine Anregung für innovative Lehre und das Kennenlernen von Best-Practice Beispielen von anderen Fellows. Dieser Blick über den Tellerrand des eigenen Lehrkonzept ermöglicht neue Erfahrung wie in anderen Disziplinen Vorlesungen und andere Lehrformen gestaltet werden. Das Fellowship-Netzwerk wäre somit eine wertvolle Quelle für konstruktives Feedback zur Verbesserung der universitären Lehre, welches über die standardmäßige Evaluation einer Vorlesung hinausgeht.

Durch die Förderung über ein Fellowship des Stifterverbands verspricht sich der Antragsteller daher

- die Vertiefung und der gegenseitige Austausch von Wissen zur digitalen Hochschullehre im Rahmen eines attraktiven Netzwerks von führenden Persönlichkeiten auf diesem Gebiet,
- die Kapazitäten zur Weiter- und Neuentwicklung von digitalen Lernsystemen zum Einsatz und der Verstetigung in der energiesystemischen Lehre an der RWTH Aachen University,
- deutlich bessere und schnellere Erfolge bei der Vermittlung hochkomplexer und interdisziplinärer Lehrinhalte im Bereich der Digitalisierung von Energiesystemen.

Problembeschreibung

Das Energiesystem ist aktuell einem rasanten strukturellen Wandel unterzogen, welcher einen immer intensiveren und schnelleren Austausch von Informationen zwischen einer Vielzahl von Akteuren aus unterschiedlichsten Disziplinen erfordert. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass Absolvierende der Energiewissenschaften erhebliche Wettbewerbsvorteile auf dem Arbeitsmarkt haben, wenn sie diesen äußerst hohen Grad an Komplexität verstehen und durchdringen können. Allerdings stellt diese zunehmende Komplexität den traditionellen Wissenstransfer in der energiesystemischen Lehre vor neue Herausforderungen.

Die persönlichen Erfahrungen des Antragsstellers deuten darauf hin, dass IT-basierte, realitätsnahe Simulationsspiele ein geeignetes und möglicherweise notwendiges Mittel zur Unterstützung einer zukunftsorientierten universitären Lehre auf dem Gebiet der Energiesystemanalyse darstellen. Aber auch in der wissenschaftlichen Literatur finden sich Indizien dafür, dass Simulationsspiele ein effektives Mittel für den Wissenstransfer im Bereich der Energiesystemanalyse darstellen könnten. Nach Juul (2005) haben Spiele unter anderem folgende Eigenschaften, die auch auf den Bereich der Energiesystemanalyse bezogen werden können.

- Ein Spiel ist ein regelbasiertes formales System
 - Akteure auf den Energiemärkten handeln innerhalb eines von der Gesellschaft vordefinierten Rahmen. Energietechnische Anlagen können nur innerhalb der physikalischen Gesetze bedient werden.
- Ein Spiel führt zu variablen und quantifizierbaren Ergebnissen
 - Je nach ihrer Zielgröße schneiden Energieakteure unterschiedlich ab. Energieproduzenten erwirtschaften Gewinne, Konsumenten sparen Kosten, die Gesellschaft kann Umweltschäden minimieren.

Aus scheinbar einfachen Regeln entwickeln sich somit sowohl bei der Energiesystemanalyse als auch in Spielen sehr schnell komplexe dynamische Systeme, die „nur durch das (Vor-)Lesen von Regelbüchern“ häufig nur in eingeschränkter Weise vermittelt werden können. Deshalb scheint die Integration von digitalen und interaktiven Simulationsspielen, sogenanntes Serious Gaming, in die energiesystemische Lehre in besonderem Maße zur Wissensvermittlung geeignet (Marr und Kaiser, 2010; Young et al, 2012).

Beschreibung des Vorhabens

Im Zuge des Fellowships sollen zur Lösung der oben aufgeführten Problematik insgesamt drei virtuelle Energiesystemlabore zum Einsatz in der universitären Lehre entwickelt werden. Die drei Energiesystemlabore werden im Folgenden näher erläutert.

Virtuelles Energiesystemlabor 1: Energiebörsenspiel 2.0

Das erste virtuelle Energiesystemlabor stellt eine umfangreiche Weiterentwicklung einer am Lehrstuhl vorhandenen (aber veralteten) Energiebörsensimulation 1.0 dar (siehe Abbildung 1). In diesem virtuellen Labor nehmen Lernende die Rolle von Energieproduzenten ein, die ihre Produkte in einem liberalisierten Marktumfeld möglichst gewinnbringend vermarkten möchten. Dabei lernen Studierende die wichtigsten Akteure und Parameter des börslichen Energiehandels spielend kennen. Die ursprüngliche Version ist mittels der älteren Programmiersprache Perl umgesetzt worden. Viele der damaligen Funktionen sind auf heutigen Computersystemen deshalb nur noch eingeschränkt bzw. gar nicht mehr funktional. Darüber hinaus bildet die ursprüngliche Version lediglich einen heute bereits größtenteils überholten Stand des energiebörslichen Handels ab (bspw. ohne erneuerbare Energien und ohne Netzrestriktionen). Beide Punkte sollen in einer intensiven Neuentwicklung in eine aktuelle (auch für mobile Endgeräte optimierte) und lauffähige Version 2.0 münden.

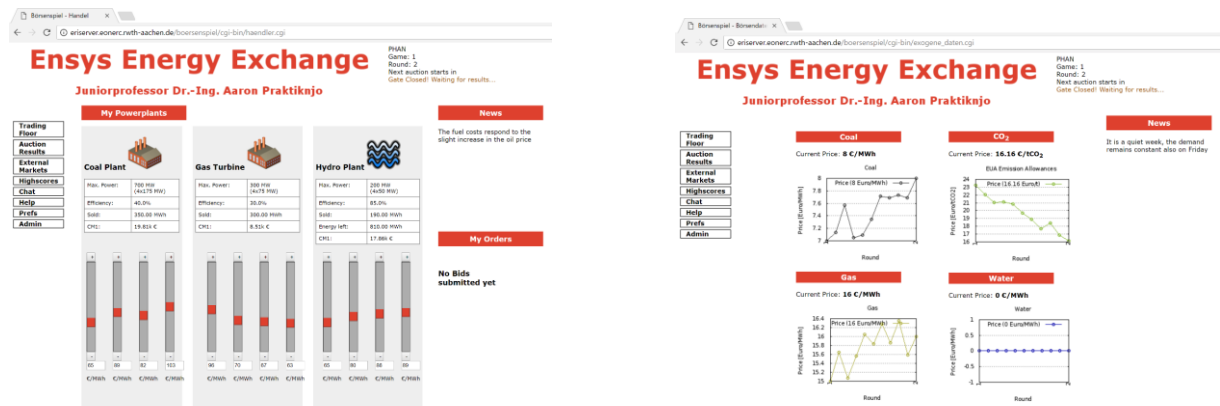


Abbildung 1: Screenshots der veralteten Energiebörsensimulation 1.0

Virtuelles Energiesystemlabor 2: Simulation des Bilanzkreismanagements 1.0

Im zweiten virtuellen Labor nehmen Teilnehmer die Rolle eines sogenannten Bilanzkreismanagers (BKM) ein. Der BKM bildet energiesystemisch die Schnittstelle zwischen Energiewirtschaft und Energietechnik. Aufgrund dieser Interdisziplinarität handelt es sich um einen hochgradig komplexen Marktakteur, der durch die Energiewende und der Digitalisierung zunehmend an Bedeutung gewinnt. So ist der BKM teilweise für die Stabilität im Netz oder die Vergütung von erneuerbaren Energien verantwortlich. Derzeit wird am Lehrstuhl eine analoge und nicht-interaktive Spielversion in der Lehre verwendet (siehe Abbildung 2), die nur einen veralteten Stand der heutigen Realität abzubilden vermag. Das virtuelle Energiesystemlabor 2 soll deshalb die Entwicklung einer digitalen und interaktiven Simulation des BKM beinhalten, welches die neuen Energieakteure (dezentrale Erzeuger, Prosumer, erneuerbare Anlagen, Power-to-X-Anlagen, Energiespeicher, flexible Verbraucher etc.) sowie den effizienten Umgang mit hochfrequenten Daten im Kontext von digitalisierten Energiesystemen adäquat abbildet.

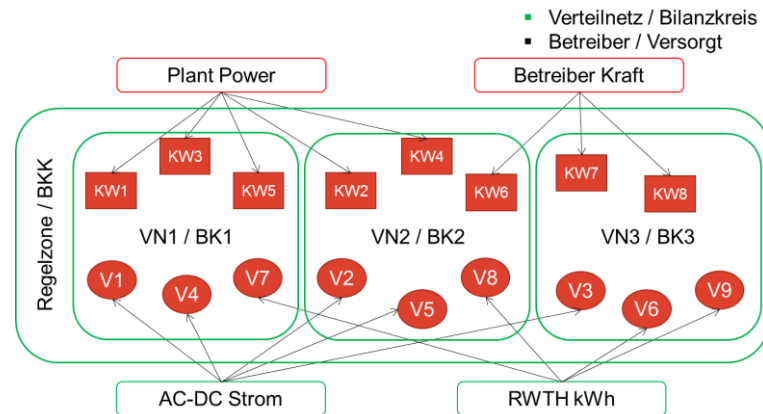


Abbildung 2: Analoge und nicht-interaktive Spielversion Bilanzkreismanagement

Virtuelles Energiesystemlabor 3: Open Source Simulationsmodell des Energiesystems

Mit dem dritten virtuellen Labor wird Studierenden eine offene Plattform zur Modellierung und Simulation von Energiesystemen bereitgestellt (siehe Abbildung 3). Das Labor ermöglicht Studierenden jederzeit und standortunabhängig eine eigenständige Durchführung von Energiesystemanalysen über eine Webapplikation. Üblicherweise benötigen Studierende der Energiesystemanalyse sonst hierfür entweder einen Zugang zu kommerzieller Software, die mehrere zehntausend Euro kostet, oder einen hohen Grad an Programmierkenntnissen und einen gleichzeitigen Zugang zu einer Vielzahl energie-wirtschaftlichen Daten. Beides kommt praktisch einer substanziellen Lernhürde gleich. In diesem virtuellen Energiesystemlabor soll Studierenden deshalb ein einfach zu bedienendes Energiesystemmodell zur Verfügung gestellt werden, anhand dessen sie das in den Vorlesungen gelernte theoretische Wissen praktisch anwenden und vertiefen können. So kann dieses virtuelle Energiesystemlabor von Studierenden beispielsweise zur Anfertigung von Abschlussarbeiten auf dem Gebiet der Energiewissenschaften verwendet werden, um eigenständig komplexe systemische Zusammenhänge wissenschaftlich identifizieren zu können. Für interessierte Lernende wird der Quellcode des Systemmodells kostenfrei zur Verfügung gestellt in Begleitung eines Wikis. Der offene (Open Source) Ansatz soll einer offenen Lehr und Lerncommunity ermöglichen, kontinuierlich Aktualisierungen und Verbesserungen am Labor vorzunehmen.

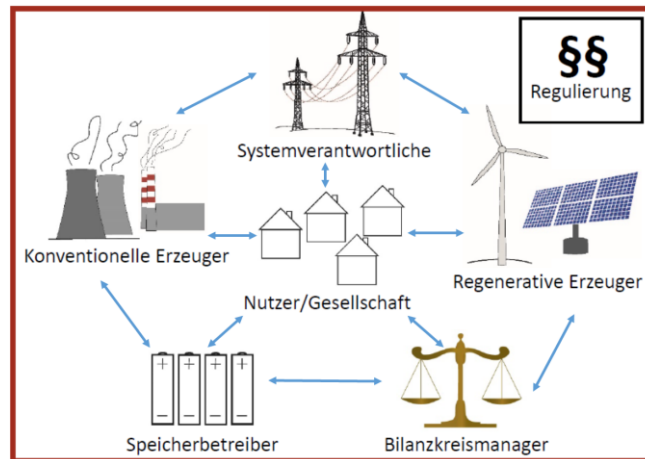


Abbildung 3: Schematische Darstellung des geplanten Energiesystemmodells

Implementierung, Qualitätssicherung und Verstetigung des Vorhabens

Die drei virtuellen Energiesystemlabore werden zunächst in der Vorlesungsreihe der RWTH Aachen University „Technikbasierte Energiesystemanalyse“ Einsatz finden. Diese Vorlesungsreihe ist unter anderem Bestandteil des Lehrangebots der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften an der RWTH Aachen University im Profilbereich „Energy, Mobility and Environment“ (siehe Abbildung 4).



Abbildung 4: Die Research Areas der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften an der RWTH Aachen University

Mittelfristig werden die drei Energiesystemlabore aber auch im Kontext von JARA ENERGY (Jülich Aachen Research Alliance Energy) im Projekthaus „Technikbasierte Energiesystemanalyse“ (siehe Abbildung 5) über die RWTH Aachen University hinaus verstetigt. So werden die Energiesystemlabore auch im Rahmen der langfristen angelegten Kooperation JARA ENERGY (Jülich Aachen Research Alliance Energy) im Projekthaus „Technikbasierte Energiesystemanalyse“ eingesetzt werden. Im Jahr 2015 konnte das TESA Seed Fund-Vorhaben in seine nächste Entwicklungsstufe – das Projekthaus TESA mit 19 Institutsmitgliedern – überführt werden. Im Rahmen dieser Kooperation wird bereits heute mit den Mitgliedern interdisziplinäre Forschung und Lehre im Bereich der Energiesystemanalyse vollzogen.

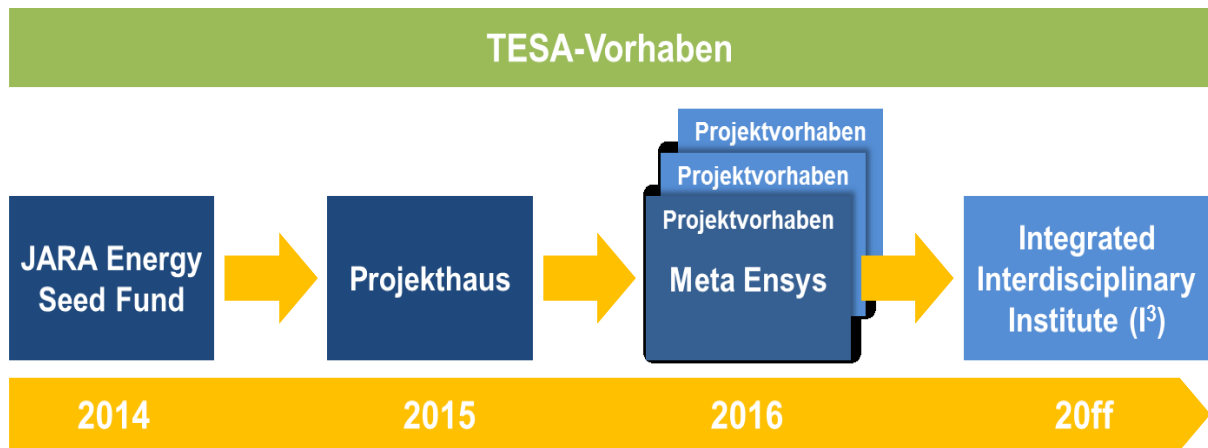


Abbildung 5: Entwicklung Projekthaus Technikbasierte Energiesystemanalyse (TESA) der Jülich-Aachen Research Alliance (JARA)

Darüber hinaus sollen die Erfahrungen ebenfalls mit den Lehrenden des Fellowship-Netzwerks des Stifterverbands präsentiert und gemeinsam diskutiert werden. Sämtliche in dem Zuge gewonnenen, didaktischen Erkenntnisse werden schließlich in einem übersichtlichen Handbuch zusammengefasst, welches dem Fellowship-Netzwerk frei zur Verfügung gestellt wird.

Erwartete Ergebnisse und Innovationspotential

Die erwarteten Ergebnisse lassen sich in zwei grundlegende Effekte kategorisieren, der eine Effekt betrifft den nachhaltigen Lerneffekt der Studierenden, der andere Effekt die Veränderung der Lehre an sich. Bezogen auf die Studierenden wird erwartet, dass die spielerisch vermittelten Inhalte länger und nachhaltiger vorbleiben. Ein klarer Gegensatz zum verbreiteten „nur für die Klausur lernen“. Außerdem soll die geweckte intrinsische Motivation dazu führen, dass sich die Studierenden mit den Inhalten auch über die der vorlesungstypischen Inhalte hinaus beschäftigen.

Bezogen auf die universitäre Lehre sollen Methoden erprobt werden, um klassische Veranstaltungskonzepte vom linearen Konzept der Vorlesung, hin zu einem interaktiven zeitlich unabhängigen Lehrkonzept, das für die Zeiten des Web 4.0 gerüstet ist, weiterzuentwickeln.

Vorarbeiten und Erfahrungen des Antragsstellers

Der Antragsteller verfügt über mehr als zehnjährige Erfahrung in der Entwicklung und dem Einsatz der IT-gestützten Tools für die universitäre Lehre. Die Resonanz der Lernenden war dabei durchgehend derart positiv, dass der Antragsteller vom langanhaltend hohen Potenzial zur Verbesserung der universitären Lehre persönlich überzeugt ist.

So war der Antragsteller beispielsweise bereits an der Entwicklung und Weiterentwicklung der ersten an der Technischen Universität Berlin jemals eingesetzten Onlineklausur maßgeblich beteiligt. Auch eine erste (inzwischen veraltete) Version eines Energiebörsenspiels wurde vom Antragsteller mit- und

weiterentwickelt. Daneben wurden vom Antragsteller ebenfalls Onlinetools entwickelt und eingesetzt, die es Studierenden auf freiwilliger Basis ermöglicht, ihres eigenen Lernfortschritts zu überprüfen.

Auf dem Gebiet der Entwicklung und des Einsatzes von Energiesystemmodellen verfügt der Antragsteller über umfangreiche praktische Erfahrungen. Hier wurden in der Vergangenheit zahlreiche Lösungen beispielsweise im Zuge von Drittmittelprojekten entwickelt, die Studierenden aufgrund von zeitlichen und finanziellen Restriktionen jedoch nicht für Lehrzwecke in geeignetem Format zur Verfügung gestellt werden konnten.

Bibliographie

Juul, Jesper (2005): Half-Real: Video Games between Real Rules and Fictional Worlds.

Marr, Ann Christine; Kaiser, Ronald (2010): Serious Games für die Informations- und Wissensvermittlung. Bibliotheken auf neuen Wegen.

Young, M. F.; Slota, S.; Cutter, A. B.; Jalette, G.; Mullin, G.; Lai, B. et al. (2012): Our Princess Is in Another Castle. A Review of Trends in Serious Gaming for Education. In: Review of Educational Research 82 (1), S. 61–89. DOI: 10.3102/0034654312436980.