



in.RET

Institut für
Regenerative Energietechnik

**Jahresbericht des Instituts für
Regenerative Energietechnik (in.RET)**

2010

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht gibt die Aktivitäten des Instituts für Regenerative Energietechnik im Jahr 2010 wieder. Am 18. März dieses Jahres erfolgte auch die im Bild festgehaltene offizielle Übergabe des vollständig sanierten Institutsgebäudes durch die Staatssekretärin Marion Eich-Born vom Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr sowie den Staatssekretär aus dem Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Thomas Deufel an die Hochschule.



Nordhausen, der 18 Februar 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read "V. Wesselak".

Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak
(Institutssprecher)

1 Institut

1.1 Wissenschaftliches Personal

Das wissenschaftliche Personal des in.RET umfasst derzeit vier Professuren, je eine Stelle für eine Lehrkraft für besondere Aufgaben (LfbA) und einen Laboringenieur, sowie eine Teilzeitstelle für Teamassistenten. Neben diesen aus Hochschulmitteln finanzierten Stellen arbeiten derzeit vier wissenschaftliche Mitarbeiter sowie vier Projektmitarbeiter am Institut, die projektbezogen finanziert werden. Zentraler Baustein der projektbezogenen Finanzierung ist das Lubom-Projekt „Institut für Regenerative Energietechnik“, das den Anlauf der wissenschaftlichen Institutsarbeit sicherstellen soll. Derzeit sind die folgenden Personen im Institut beschäftigt:

Professoren:	Prof. Dr.-Ing. Joachim Fischer (Bioenergiesysteme) Prof. Dr.-Ing. Thomas Link (Kraft- und Arbeitsmaschinen) Prof. Dr.-Ing. Thomas Schabbach (Thermische Energiesysteme) Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak (Regenerative Energiesysteme)
LfbA:	Dipl.-Phys. Andreas Dohle Dipl.-Ing. Jürgen Hickmann
Laboringenieurin:	Dipl.-Ing. Birgit Luster
Wissenschaftliche Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) Jutta Carow B. Eng. Maria Nuschke Dipl.-Ing. (FH) Pascal Steinert Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Voswinckel
Projektmitarbeiter:	B. Eng. Johannes Haller B. Eng. Steffi Klenner B. Eng. Oliver Mercker B. Eng. Rio Marco Rathje
Teamassistenten:	Annika Rausch

1.2 Selbstverwaltung

Das Institut für Regenerative Energietechnik (in.RET) wird von einem kollegialen Leitungsgremium geführt, dem die dem Institut angehörenden Professoren sowie einem Vertreter der Mitarbeiter angehören. Der Institutsvorstand konstituierte sich in der Mitgliederversammlung vom 18.02.2009 und setzt sich aus Prof. Dr.-Ing. Joachim Fischer, Prof. Dr.-Ing. Thomas Link, Prof. Dr.-Ing. Thomas Schabbach, Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak und Dipl.-Phys. Andreas Dohle zusammen. Zum Institutssprecher wurde Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak bestellt.

Die Mitgliederversammlung des Instituts tagte im Jahr 2010 während der Vorlesungszeit wöchentlich. Diese hohe Sitzungsfrequenz hat sich bewährt, da so alle inhaltlichen und organisatorischen Fragestellungen der Lehr- und Forschungsorganisation sowie des Institutsaufbaus auf kurzen Wegen geklärt werden konnten.

Die erstmalige Einberufung des Kuratoriums ist nach Abschluss der Aufbauphase vorgesehen.

2 Studiengang RET

2.1 Die Entwicklung des Studiengang

Die Nachfrage nach dem Studiengang „Regenerative Energietechnik“ hat sich auch im Jahr 2010 ausgesprochen positiv dargestellt. Die Anzahl von 144 Erstsemestern entspricht einer Überlast von mehr als 100 Prozent. Erfreulicherweise konnte durch das Engagement aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts und des Fachbereichs Ingenieurwissenschaften sowie durch die Bereitstellung von zusätzlichen Mitteln aus dem Hochschulpakt 2020 zur Verbesserung der Lehre, auch weiterhin von Überlegungen hinsichtlich einer Zulassungsbeschränkung abgesehen werden. Die Funktion des Studiendekans wurde auch 2010 durch Prof. Dr.-Ing. Thomas Schabbach ausgefüllt.

Die Gesamtzahl der Studierenden der „Regenerativen Energietechnik“ lag im Wintersemester 2010/2011 bei 537. Damit stellt der Studiengang RET weiterhin das größte Kontingent an der Fachhochschule Nordhausen: gut jeder fünfte Studierende ist hier immatrikuliert. Der Anteil der weiblichen Studierenden betrug im Wintersemester 2010/2011 8 Prozent (43 von 537), der Anteil der ausländischen Studierenden knapp 2 Prozent (9 von 537).

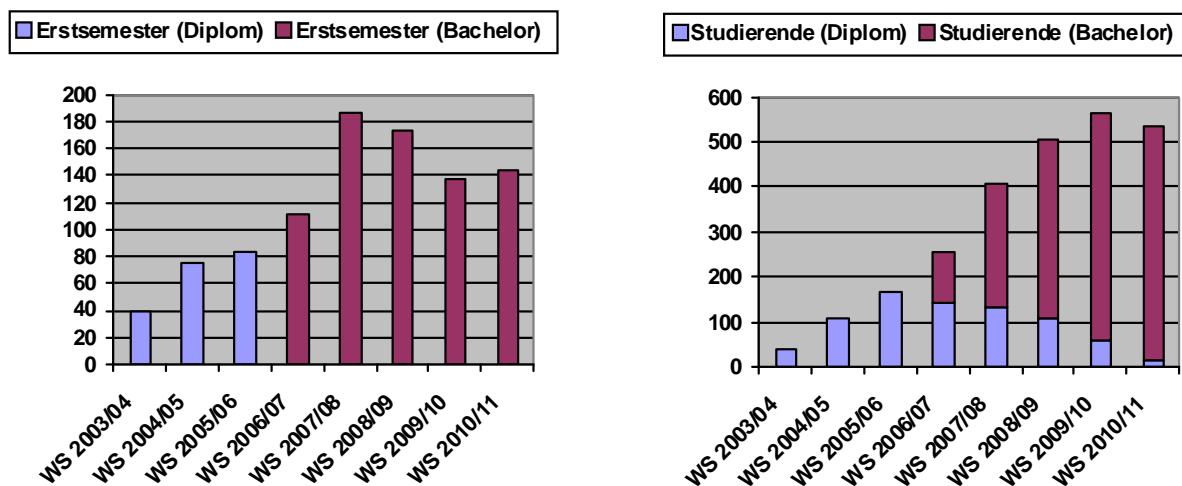


Abbildung 1: Entwicklung der Erstsemester (links) und der Studierenden insgesamt (rechts) im Studiengang Regenerative Energietechnik. Dabei wird zwischen im Diplom- und Bachelorstudiengang Immatrikulierten unterschieden.

Das Jahr 2010 stand noch unter dem Eindruck des zeitgleichen Abschluss des letzten Diplomjahrgangs und des ersten Bachelorjahrgangs. Dies führte insbesondere bei der Betreuung von Abschlussarbeiten zu einer massiven Überlast. Insgesamt wurden über 100 Arbeiten betreut, davon die überwiegende Mehrzahl durch Institutsmitarbeiter (vgl. Abschnitt 6).

Im Jahr 2010 beendeten 87 Studierende ihr Studium der Regenerativen Energietechnik erfolgreich, davon 29 als Diplomingenieur (FH) und 58 als Bachelor of Engineering. Beim Übertritt in das Berufsleben konnten – sicherlich auch bedingt durch den zunehmenden Fachkräftemangel der Branche – keine Akzeptanzprobleme des neuen Bachelorabschlusses festgestellt werden, wenngleich ein nicht unerheblicher Anteil der Absolventinnen und Absolventen sich für die Aufnahme eines Masterstudiums entschieden hat. Davon profitieren konnte neben dem konsekutiven Masterstudiengang „Systems Engineering“ der Fachhochschule Nordhausen insbesondere der Masterstudiengang „Regenerative Energien und Energieeffizienz“ der Universität Kassel.

■ Diplomingenieur (FH) ■ Bachelor of Engineering

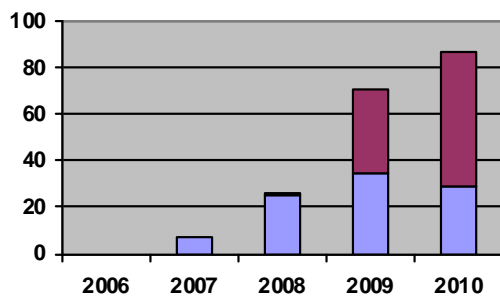


Abbildung 2: Entwicklung der Absolventenzahlen im Studiengang Regenerative Energietechnik nach Abschlussart.

Die Erfahrungen der ersten Bachelorjahrgänge wurden 2010 in Vorbereitung der im folgenden Jahr anstehenden Reakkreditierung für den Studiengang RET ausgewertet. Die Ergebnisse dieses Diskussionsprozesses können in den folgenden Punkten zusammengefasst werden:

- Das Konzept als grundlagenorientierter Studiengang, der die energietechnischen Inhalte von Elektrotechnik und Maschinenbau unter dem Blickwinkel der Regenerativen Energiesysteme zusammenführt, hat sich bewährt. Die Einführung von speziellen Vertiefungsrichtungen für einzelne Technologien wird innerhalb des Bachelorstudiums als für nicht sinnvoll erachtet.
- Die Studierbarkeit des sechsten Semesters hat sich in der Praxis als problematisch herausgestellt, da Industrie und Forschungsinstitute überwiegend Abschlussarbeiten mit einer Bearbeitungszeit von sechs Monaten anbieten. Es wird daher eine Umstellung des Bachelorstudiengangs auf sieben Semester angestrebt, wobei das siebte Semester der Bearbeitung praxisrelevanter Fragestellungen sowie der Bachelorarbeit vorbehalten bleiben soll.
- Im Sinne einer stärkeren Modularisierung soll ein gemeinsames zweisemestriges Grundstudium für alle ingenieurwissenschaftlichen Bachelorstudiengänge eingeführt werden.

Die beschriebenen Änderungen werden Gegenstand des Reakkreditierungsprozesses sein und voraussichtlich ab dem Wintersemester 2011/12 wirksam werden.

2.2 Neues Laborpraktikum „Umrichtertechnik“

Die elektrische Umrichtertechnik ist ein Fachgebiet der Leistungselektronik. Sie ist für die Regenerative Energietechnik insbesondere in Form der Solarwechselrichter für die Photovoltaik und der Frequenzumrichter für den Bereich der Windkraftanlagen von Relevanz. Auch werden zur Steuerung der Drehzahl von Asynchronmotoren in zunehmender Zahl moderne Frequenzumrichter eingesetzt.

Zur praktischen Vertiefung der Vorlesungsinhalte wurde ein neues Laborpraktikum „Umrichtertechnik“ aufgebaut und erstmalig im Wintersemester 2010/11 durchgeführt. Schwerpunkte des aus drei Versuchen bestehenden Laborpraktikums sind eine leistungselektronische Motorsteuerung und die Untersuchung von Auswirkungen der Umrichtertechnik auf die Netzqualität.

Im ersten Versuch des Laborpraktikums „Umrichtertechnik“ werden die Grundlagen dieser Technik erarbeitet und praktisch angewendet. Zur Erzeugung einer dreiphasigen Wechselspannung wird eine einphasige Wechselspannung gleichgerichtet und mit einem Wechsel-

3 Tagungen

3.1 Fachtagung „Erneuerbare Energien in der Immobilienwirtschaft“

Am 14. September 2010 veranstaltete das Institut für Regenerative Energietechnik und die Deutsche Kreditbank AG (DKB) an der Fachhochschule Nordhausen die Fachtagung „Erneuerbare Energien in der Immobilienwirtschaft - von der Theorie zur Praxis“. Angesprochen und eingeladen waren u.a. Wohnungsunternehmen, wohnwirtschaftliche Investoren, Klinikbetreiber, Architekten und Planer, sowie Vertreter regionaler Stadtwerke. Über 65 Teilnehmer folgten der Einladung.

Neben dem Rahmenprogramm mit Fachgesprächen, einer Institutsführung und Vorführungen u.a. zum Thema Thermografie von verschiedenen Oberflächenstrukturen fanden die unten aufgeführten Fachvorträge zu Fragestellungen rund um die Themengebiete Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Finanzierung statt.

Thema	Referent
Erneuerbare Energien – Chancen für Thüringen	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie
Rentabilität von Photovoltaik-Investitionen nach der EEG-Modifizierung 2010	Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak in.RET, FH Nordhausen
Optimierung der Energieeffizienz am Beispiel des Badehauses Nordhausen	Dipl.-Ing. (FH) Pascal Steinert in.RET, FH Nordhausen
Planung und Umsetzung einer Photovoltaik-Investition in einem städtischen Wohnungsunternehmen	SWG Nordhausen mbH
Planung und Umsetzung einer Solarthermie-Investition im Rahmen einer komplexen Sanierungsmaßnahme	Hans-Werner Grimm WBG Südharz e.G
Kurzüberblick zu aktuellen Finanzierungsmöglichkeiten	Jens Sturm Deutsche Kreditbank AG, Niederlassung Erfurt

Seitens des Instituts für Regenerative Energietechnik wurde zum einen die Thematik der veränderten Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen und der damit verbundenen Auswirkungen nach der Modifizierung des Erneuerbare Energien Gesetzes 2010 analysiert und bewertet. Zum anderen wurden die Ergebnisse einer vom Institut angefertigten Studie zur Senkung der Energieverbräuche und zur Optimierung der Energieeffizienz eines städtischen Hallenbades dargestellt. Der Vertreter des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Technologie stellte nachfolgend Chancen und Potentiale für Thüringen dar, die durch Erneuerbare Energien bestehen und zukünftig präsent sein werden. Die praktischen Planungen und Umsetzungen von Photovoltaik- und Solarthermie-Investition wurden durch die Referenten der Nordhäuser Wohnungsbaugesellschaften SWG Nordhausen und WBG Südharz anschaulich erläutert. Die DKB informierte abschließend über aktuelle Finanzierungsmöglichkeiten für Investitionen im Sektor der Regenerativen Energietechnik

3.2 2. Symposium „Zukunftsperspektiven Regenerativer Energietechnik“

Am 18. März 2010 veranstaltete das Institut für Regenerative Energietechnik das 2. Symposium „Zukunftsperspektiven Regenerativer Energietechnik“ an der Fachhochschule Nordhausen. Bei der diesjährigen Veranstaltung wurde als Schwerpunktthema die Photovoltaikbranche ausgewählt. Ziel der Veranstaltung war es, den Studierenden des Studiengangs Regenerative Energietechnik und der interessierten Öffentlichkeit aktuelle Problemstellungen und zukünftige Entwicklungen im Bereich der Photovoltaik zu vermitteln. Insgesamt waren vier Themenblöcke bestehend aus einem Fachvortrag und einer anschließenden Diskussion vorgesehen. An dem Symposium nahmen etwa 200 Personen teil, überwiegend Studierende der Regenerativen Energietechnik aus höheren Semestern.

Thema	Referent
Das Erneuerbares Energien Gesetz (EEG) und der deutsche und internationale PV-Markt	Dipl.-Ing. Christian Lieberth Leiter Einkauf und Produktmanagement IBC Solar AG, Bad Staffelstein
Qualitätssicherung bei solaren Montagesystemen	Dipl.-Ing. Udo Geisel Abteilungsleiter Montagesysteme Wagner & Co Solartechnik GmbH, Cölbe
Entwicklungslinien kristalliner Solarzellen	Dr. Hans-J. Krokoszinski Abteilungsleiter Entwicklung Kristalline Solarzellen, Bosch Solar Energy AG, Erfurt
Entwicklungslinien von Dünnschichtsolarzellen	Dr.-Ing. Claas Helmke Manager Product Development & System Engineering, MASDAR PV, Ichtershausen

Das Symposium gab gleichzeitig den wissenschaftlichen Rahmen für die an diesem Tag von der Staatssekretärin Marion Eich-Born vom Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr sowie dem Staatssekretär aus dem Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Thomas Deufel, erfolgte Übergabe des Institutsgebäudes an die Fachhochschule Nordhausen ab.

4 Forschung

Innerhalb des Berichtszeitraums wurden durch Mitarbeiter des Instituts Einnahmen aus Drittmittelprojekten von über 82.000 € erzielt. Gleichzeitig wurden Projekte mit einem Gesamtvolumen von über 150.000 € neu eingeworben. Alle eingeworbenen Drittmittel sind LUBOM-fähig. Bei den Drittmittelprojekten standen unterschiedliche Tests für Photovoltaikmodule und eine längerfristige Zusammenarbeit mit dem Modulhersteller MASDAR PV in Ichtershausen im Vordergrund.

4.1 Qualifizierung und Test von Photovoltaikmodulen

Im Jahr 2010 konnte das in.RET seine Tätigkeiten im Bereich der Tests von Photovoltaikmodulen weiter ausbauen. Für verschiedene Hersteller wurden zahlreiche Tests durchgeführt und bestehende Versuchsmöglichkeiten erweitert. So wurde beispielsweise ein Bias-Damp-Heat Teststand zur beschleunigten TCO-Korrosion in Betrieb genommen. Durch Anlegen einer Spannung von 1000V zwischen Frontglas und den kurzgeschlossenen Verbindungsleitungen des Moduls wird ein negatives Potential aufgebaut. Im Zusammenspiel mit Temperaturen von 85 °C und einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit wird eine beschleunigte Diffusion von Na⁺-Ionen aus dem Frontglas in die TCO-Schicht hervorgerufen. Damit bietet das in.RET regionalen und überregionalen Herstellern von Photovoltaikmodulen die Möglichkeit die Gefahr dieses Effekts in vergleichsweise kurzer Zeit zu überprüfen.

Desweiteren wurde die Analysemöglichkeit von Hellkennlinien auf einen Messplatz zur Analyse von Dunkelkennlinien erweitert. Dunkelkennlinien bieten die Möglichkeit einzelne Parameter wie Diodenidealitätsfaktor, Parallelwiderstand und Diodensättigungsstrom zu ermitteln und entsprechende Rückschlüsse auf die Qualität des Moduls zu ziehen. Die Analyse der Dunkelkennlinie dient insbesondere auch der Feststellung von Veränderungen der Moduleigenschaften nach Hot-Spot-, Rückstrom- und Bias-Damp-Heat-Tests.

Hot-Spot-Tests

Während der langen Nutzungsdauer von 20 Jahren werden Photovoltaikmodule aufgrund von Pflanzen, Gebäuden oder der PV-Anlage selbst immer wieder vollständig oder partiell beschattet. Wird eine Zelle abgeschattet, so wird diese im Sperrbereich betrieben und es kann bei Überschreiten der Durchbruchspannung zur Zerstörung der Zelle kommen. Ferner können aufgrund der Abschattung lokale Temperaturerhöhungen, sogenannte Hot-Spots, auftreten. Durch Hot-Spots besteht die Gefahr der Delamination und der thermischen Überlastung der Zelle. Um der Zerstörung der Zelle entgegenzuwirken müssen von Herstellern entsprechende Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Das in.RET hat im Jahr 2010 in Zusammenarbeit mit Herstellern von Photovoltaikmodulen Hot-Spot-Tests zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit durchgeführt. Die Tests erfolgten auf der Freiflächenversuchsanlage unter realen Bedingungen. Während der Tests wurde die Temperaturverteilung aufgenommen und analysiert. Daraus können fehlerhafte Kontaktstellen, fehlerhafte Zellen und Hot-Spots aufgespürt werden. Weiterhin wurden zur Bewertung der Modulleistung die Strom-Spannungs-Kennlinien sowohl vor als auch nach den Hot-Spot-Tests ermittelt. Desweiteren dienen die Tests der Überprüfung und Anpassung von Schutzmaßnahmen gegen diesen Effekt.

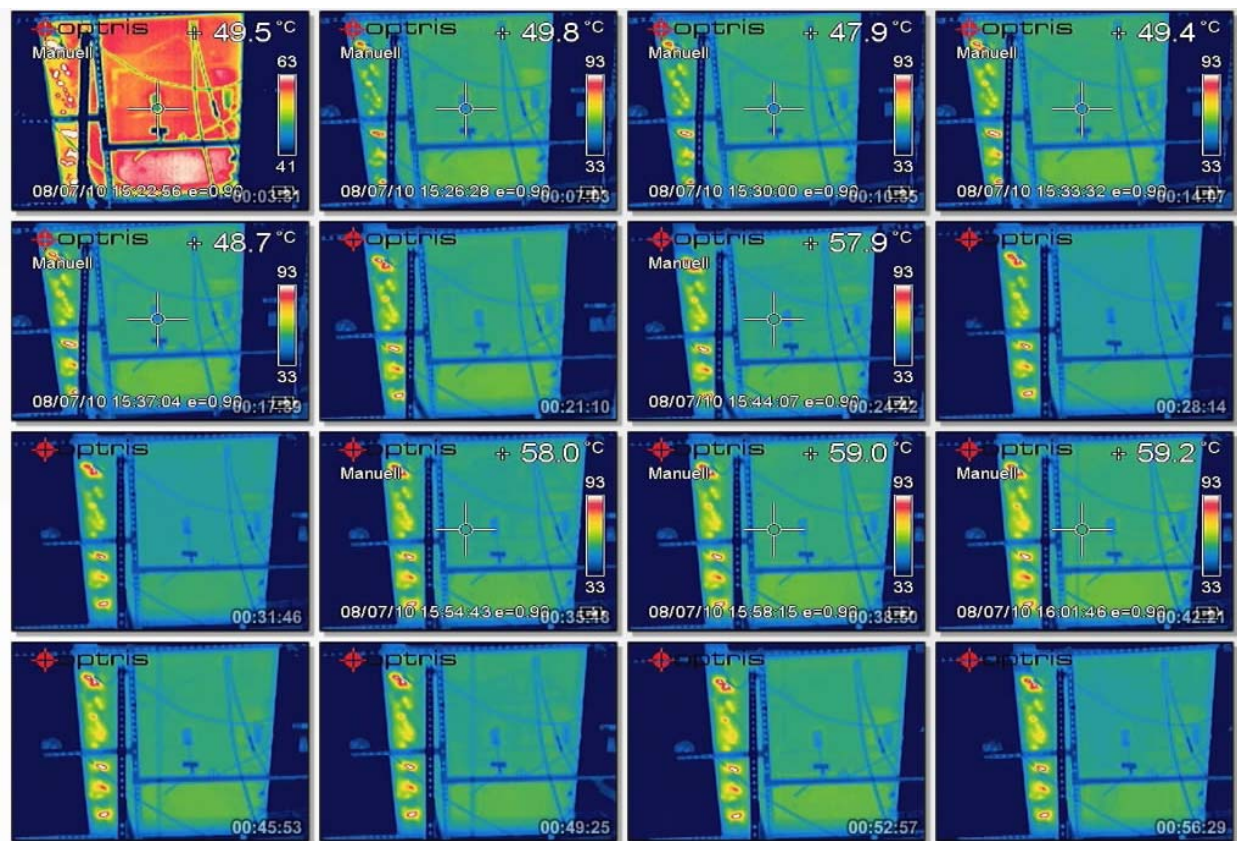


Abbildung 4: Infrarotaufnahmen eines Photovoltaikmoduls während eines Hot-Spot-Tests. Das Modul wurde im linken Drittel abgeschattet, wo deutlich die Bildung von Hot-Spots zu erkennen ist.

Rückstromtests

Auch im Jahr 2010 wurden umfangreiche Tests zur Rückstrombelastbarkeit von PV-Modulen durchgeführt. Rückströme können bei der Parallelschaltung von mehreren in Reihe geschalteten PV-Modulen auftreten. In diesem Fall fließt der Strom in Durchlassrichtung und das PV-Modul arbeitet als elektrischer Verbraucher. Dadurch können je nach Stromstärke hohe thermische Belastungen auftreten, die zu Delamination und zur Zerstörung der Zellen führen können. Weiterhin kann aufgrund von mechanischen Spannungen, hervorgerufen durch Temperaturunterschiede im PV-Modul, das Glas brechen. Die auftretenden hohen Temperaturen und ggf. durch Glas- und Zellbrüche entstehenden Lichtbögen können zu Bränden führen. Daher ist das vornehmliche Ziel dieses Tests der Schutz von Mensch und Umwelt. Um einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb von PV-Anlagen zu gewährleisten, wird in Folge der Tests eine maximale Rückstrombelastbarkeit ermittelt, anhand deren eine maximale Strang-sicherungszahl bestimmt werden kann. Das auftretende Temperaturprofil wird während der Testdauer mit einer Infrarotkamera aufgezeichnet und analysiert. Anhand der Aufnahmen können Rückschlüsse sowohl auf Fehler in der Kontaktierung der einzelnen Zellen als auch auf Fehler in den Zellen selbst geschlossen werden.

(Bearbeiter: Sebastian Voswinckel)

4.2 Erstellung von Energieertragsgutachten für Photovoltaikanlagen

Das in.RET ist als von der Deutsche Kreditbank AG (DKB) anerkannter Gutachter in der Erstellung von Energieertragsgutachten für Photovoltaikanlagen tätig. Im Jahr 2010 wurden zahlreiche Energieertragsgutachten für Freiland- und Aufdachanlagen angefertigt. Als Grundlage der Gutachten dienen die Planungsunterlagen der Auftraggeber sowie die Besichtigung und Dokumentation des Anlagenstandortes durch Mitarbeiter des in.RET.

Die vorgelegten Planungsunterlagen werden auf Plausibilität geprüft, woraufhin anhand der ermittelten Daten eine Verschattungsanalyse durchgeführt wird. Die Modellierung der elektrischen Eigenschaften sowie der Verschattungssituation der geplanten Photovoltaikanlage erfolgen mit Hilfe des Zeitschritt-Simulationsprogramms PVSyst Version 5.31. Weiterhin werden die Verlustpfade aller Anlagenkomponenten analysiert. Auf Basis langjähriger, gemittelter Wetterdaten - wie Global- und Diffusstrahlung, Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit - wird der Anlagenenertrag in stündlichen Intervallen berechnet und in Monats- bzw. Jahressummen dokumentiert. Von besonderer Wichtigkeit für den Auftraggeber ist hierbei der spezifische Jahresertrag.

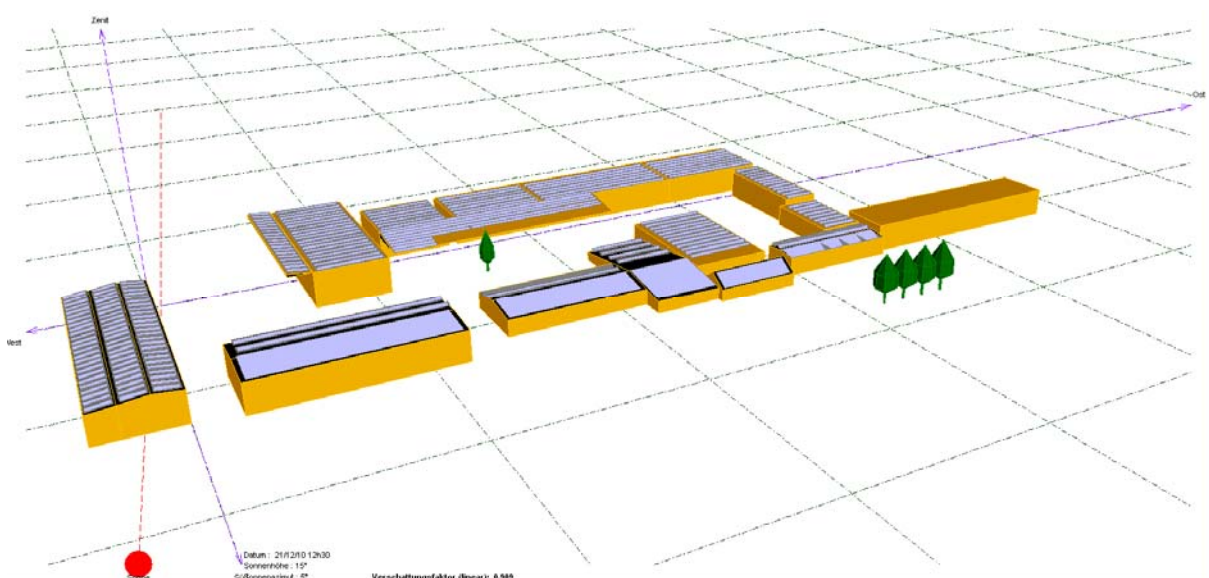


Abbildung 5: Verschattungssituation einer Aufdachanlage am 21.12. um 12:30 Uhr.

Das in.RET unterstützt Anlagenbetreiber, -planer und -installateure auch im Nachgang der Planung, d.h. bei der Inbetriebnahme und Endabnahme von Photovoltaikanlagen. So konnten beispielsweise noch im Dezember 2010 ca. 12 MWp Anlagenleistung in Betrieb genommen und der für das Jahr 2010 aktuelle Vergütungssatz für diese Anlage gesichert werden.

(Bearbeiter: Jutta Carow, Sebastian Voswinkel)

4.3 Energieeffizienzmaßnahmen und Einsatz Regenerativer Energien bei Sonderbauten im Denkmalbereich am Beispiel der Leuchtenburg

Im Rahmen dieser Studie wurde aufgezeigt, welche Möglichkeiten zur Integration von Energieeffizienzmaßnahmen und Regenerativen Energien in historische Baudenkmäler bestehen. Hierzu wurden am Beispiel der Leuchtenburg in Seitenroda nahe Kahla zur Minimierung des Energieverbrauchs Vorgehensweisen zur Gebäudeisolation und die damit verbundenen Energieeinsparungen vorgestellt. Im zweiten Schritt wurden auf Grundlage einer Wärmebedarfsberechnung nach EnEV 2004 drei verschiedene Konzepte zur Wärmeerzeugung aufgezeigt und nach Faktoren der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit bewertet. Zusätzlich ist eine Ertragsabschätzung der für Photovoltaikmodule geeigneten Flächen getroffen worden.

Besondere Herausforderungen stellt die zu erhaltende, historische Bausubstanz an die zu verwendenden Baustoffe. So wurden für die betrachteten Gebäude der Leuchtenburg als Innendämmstoffe ein Lehmverbundstoff sowie Holzwolleleichtbauplatten vorgesehen, wobei sich der Lehm als historischer Baustoff in Kombination mit modernen Installationstechniken als vorteilhaft erwies, da hier ein Wärmeabgabesystem einfach in den Wandaufbau integriert werden kann und somit bspw. Heizkörper nicht negativ in den historischen Raum eingreifen. Die erhaltenswerten Fenster sollen teilweise durch eine zusätzliche Innenverglasung erweitert und so zu einem Kastenfenster ausgebildet werden, um die Isolationseigenschaften zu verbessern ohne die Außenfassade der Gebäude zu verändern. Durch die vorgeschlagenen Isolationsmaßnahmen kann der Heizenergiebedarf um bis zu 75 Prozent gesenkt werden.

Zur Wärmeerzeugung wurden die drei Konzepte Erdgas-Blockheizkraftwerk, Holz-Hackschnitzelfeuerung und Luftwärmepumpe vorgestellt, wobei sich unter Gesichtspunkten der Energieeffizienz und der Verwendung eines regional verfügbaren Brennstoffes die Installation einer Biomassefeuerung als ökonomisch und ökologisch am sinnvollsten zeigte. Zusätzlich ist eine Photovoltaikanlage auf der sich im Bau befindlichen Technikzentrale als Aufdachanlage denkbar.

Die Ergebnisse der Studie werden in den Bauplanungen berücksichtigt werden. Auftraggeber der Studie war die Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen.



Abbildung 6: Betrachtete Bestandsgebäude auf der Leuchtenburg Logierhaus, Torhaus und Burgschänke (v.l.n.r)

(Bearbeiter: Maria Nuschke, Pascal Steinert, Viktor Wesselak)

4.4 Optimierung thermischer Energiespeicher

Im Hinblick auf die gesetzgeberischen nationalen und EU-weiten Anstrengungen zur Erhöhung der Energieeffizienz im Wärmemarkt erscheint es äußerst sinnvoll und dringlich, die Standardspeicher zur Trinkwassererwärmung energieeffizienter zu gestalten. Mit einem Spezialhersteller von Wärmespeichergeräten aus Brandenburg, wurde eine Projektzusammenarbeit vereinbart, die die Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Warmwasserspeichern zum Ziel hat. Ansatzpunkte dazu sind:

- Durch eine veränderte Geometrie der Rohrwendelwärmeübertrager soll die Übertragungsrate des innenliegenden Rohrwendelwärmetauschers verbessert oder bei gleichen Werten der Materialeinsatz reduziert werden. Mit dessen Erhöhung geht eine Minderung der mittleren Temperaturdifferenz zwischen Wärmeübertragermedium und Speichermedium einher und damit eine Erhöhung der Energieeffizienz durch Vermeidung von Exergieverlusten.
- Durch eine verbesserte Anordnung der Wärmeübertrager im Speicherraum kann das verfügbare Warmwasservolumen erhöht oder durch Einsatz kleinerer Speicher bei gleicher Leistung Materialeinsatz sowie Energieverluste reduziert werden.
- Eine Optimierung der Strömungsprozesse in den Ein- und Auslässen des Behälters kann zu einer Verminderung der Turbulenzen und damit der unerwünschten Vermischungszonen führen. Auch durch diese Maßnahme sind eine Erhöhung der Energieeffizienz und gleichzeitig eine Verbesserung des nutzbaren Warmwasservolumens erzielbar.

Die genannten Aufgaben werden durch Strömungssimulation mittels CFD-Software (Computational Fluid Dynamics, z.B. ANSYS CFX) gelöst. Um die Simulationsergebnisse zu validieren und die Optimierungsansätze anhand von Prototypuntersuchungen zu erproben, wird im Rahmen des Projektes parallel zu den Optimierungsansätzen eine Testeinrichtung für Warmwasserspeicher konzipiert und aufgebaut. Das Projekt ist mit einer Laufzeit von 2 Jahren geplant.

(Bearbeiter: Pascal Steinert, Thomas Schabbach)



Abbildung 7: Vorversuchs-Testeinrichtung zur Ermittlung der Wärmeverluste eines Testspeichers (Bildmitte)

4.5 Qualifizierung und Entwicklung eines PV-Bitumen-Dachbahnsystems

Im Jahr 2010 wurden die Entwicklungsarbeiten für ein Photovoltaik-Bitumen-Dachbahnsystem fortgesetzt. Im Verlauf der bisherigen Entwicklungsarbeit konnten wertvolle Erkenntnisse über die thermische Belastbarkeit von PV-Dünnschichtmodulen, die mit einem Spezialkleber auf Bitumen-Dachbahnen aufgebracht sind, gewonnen werden.

Für weitere Erkenntnisse speziell zur mechanischen Festigkeit wurden die bereits mit verschiedenen Vorrichtungen und Werkzeugen durchgeführten Zerstörungstests erweitert auf Zugversuche mit definiert aufgebrauchten Kräften. In Anlehnung an die in entsprechenden Normen und Richtlinien festgelegten Test- und Prüfvorschriften wurden dazu geeignete Prüflinge und Versuchsbedingungen hergestellt. Dazu wurden repräsentative Teilstücke von den auf Dächern zu verklebenden PV-Bitumen-Dachbahnen auf dachähnliche Holzunterbauten aufgebracht. Die auf dieses Konstrukt als Belastung einwirkende Kraft wurde als senkrecht wirkende Gewichtskraft eines Wasserbehälters mit variierender Wassermenge und unterschiedlicher Einwirkzeit aufgebracht.

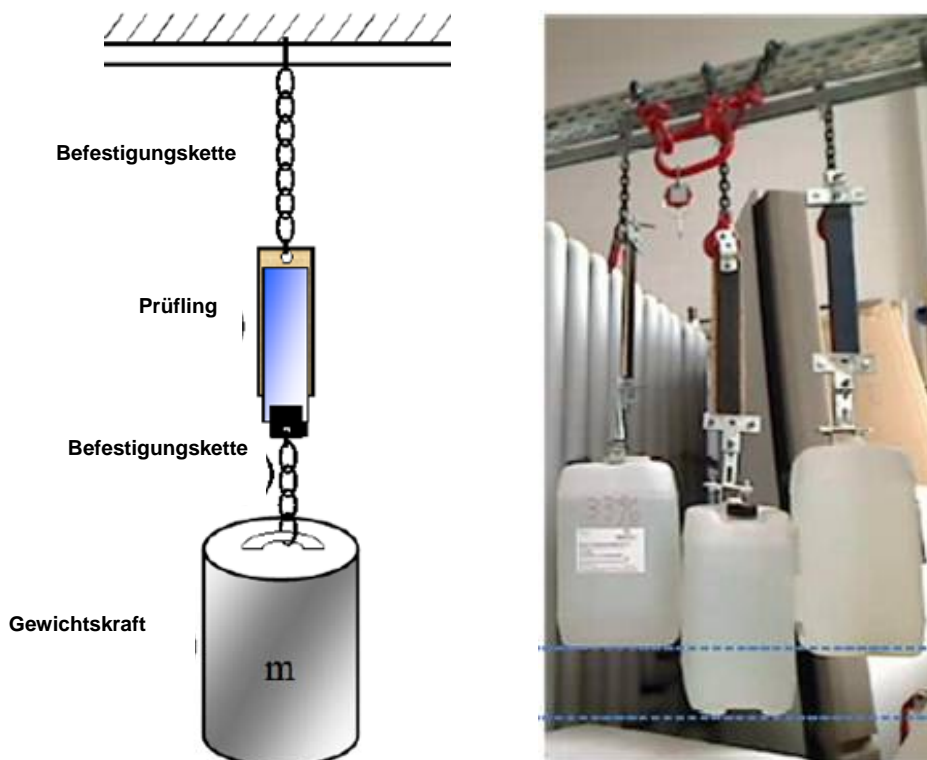


Abbildung 8: Konzeption und Durchführung des mechanischen Zugprüfversuchs

Die Auswertung der Versuchsergebnisse sowie die Fortführung und Ergänzung weiterer Versuche und Messungen dauert zur Zeit noch an.

Die Erkenntnisse aus den bisherigen Testabläufen konnten bereits in zwei Pilotanlagen einfließen, die mit 71 m² bzw. 385 m² Modulfläche in 2010 errichtet wurden.

(Bearbeiter: Andrea Dohle, Sebastian Voswinckel)

5 Veröffentlichungen und Vorträge

5.1 Bücher, Buchkapitel

Wesselak, V.; Schabbach, T.: Energie. Landeszentrale für politische Bildung Thüringen, Erfurt (in Vorbereitung)

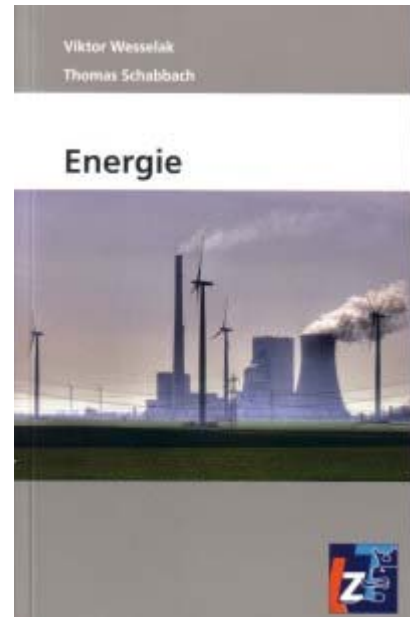
5.2 Zeitschriften, Konferenzen und Tagungen

Link, T.: Master of Systems Engineering - ein konsekutives Masterstudium nicht nur für Energietechniker. Ingenieurspiegel, Nr. 4, 2010

Schabbach, T.: Thermische Energiespeicher. In: Sonderveröffentlichung „Greentech“ der Thüringer Allgemeine, Erfurt 2010

Wesselak, V.: Photovoltaik, 25. Summer School Renewable Energy, Jülich 2010

Wesselak, V.; Steinert, P.; Nuschke, M.: Energieeffizienzmaßnahmen und Einsatz Regenerativer Energien bei Sonderbauten im Denkmalbereich am Beispiel der Leuchtenburg/Thüringen. Nordhausen 2010



5.3 Vorträge

Fischer, J.: Erneuerbare Energien und Zukunftsvisionen. Energietag der E.ON Thüringer Energie AG, Erfurt, 2010

Haller, J.; Wesselak, V.: Der Einfluss der spektralen Empfindlichkeit auf die optimale Ausrichtung von PV-Modulen, ISFH Hameln, 2010

Link, T.: Was haben Flugzeuge und Windräder gemeinsam? Kinderuni Nordhausen, 2010

Link, T.: Regenerative Energien - Einführung in Studium und Beruf. Campus Thüringen Tour, 2010

Schabbach, T.; Steinert, P.: Thermische Energiespeicher und ihre Umsetzung in Thüringen. 3. Energieeffizienz Workshop, Erfurt 2010

Schabbach, T.: Thermische Speichertechnologien zur effizienten Nutzung Erneuerbarer Energien. Workshop Thermische Energiespeicher – Erste Bestandsaufnahme in Thüringen. Erfurt 2010

Schabbach, T.: Regenerative Energien - Einführung in Studium und Beruf. Berufs- und studienkundlicher Informationstag, Bundesagentur für Arbeit, Marburg 2010

Schabbach, T.: Thermische Energiespeicher – Bestandsaufnahme für Thüringen. Ressourceneffizienz Thüringen / Forum Umweltwirtschaft, Erfurt 2010

Steinert, P. : Optimierung der Energieeffizienz am Beispiel des Badehauses Nordhausen. Erneuerbare Energien in der Immobilienwirtschaft - von der Theorie zur Praxis. Nordhausen 2010

Steinert, P: Studium der Regenerativen Energietechnik an der FH Nordhausen. HIT Würzburg. Würzburg 2010

Wesselak, V.: Rentabilität von Photovoltaik-Investitionen nach der EEG-Modifizierung 2010. Erneuerbare Energien in der Immobilienwirtschaft - von der Theorie zur Praxis. Nordhausen 2010

Wesselak, V.: Fachwerk energetisch sanieren – ein Fallbeispiel, Fachwerk Triennale 2010, Duderstadt 2010

Wesselak, V.: Energetische Sanierung eines Fachwerkhauses, 7. Klimagipfel der Initiative Rodachthal, Coburg 2010

Wesselak, V.: Ziele der Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie. Festvortrag zur 10. Ökoprofit Auszeichnung, Erfurt 2010

Wesselak, V.: Die Zukunft der Energie, 13. Fachkolloquium Jena-Geos, Jena 2010

Wesselak, V.: Nachhaltige Forschung an Fachhochschulen. Tag der Forschung, Jena 2010

Wesselak, V.: Energie und Klima. Symposium des Nachhaltigkeitsbeirats Thüringen, Nordhausen 2010

6 Betreute Abschlussarbeiten

6.1 Studienarbeiten

Freier, Patrick: Energieeffizienzrichtlinie – Umsetzung der Richtlinie durch einen Zertifizierungsprozess. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Lindemann, Beate: Projektbericht Thermische Energiesysteme. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Reichardt, Stefan: Projektbericht Thermische Energiesysteme. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Schmidt, David: Projektbericht Thermische Energiesysteme. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Wlosczyk, Sven: Anbindung einer Wetterstation WES/A 1.1 an der Wago-I/O-System 750 und Anzeige der Wetterdaten auf dem Touch-Panel AGP 3200 T1 von Pro-face. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

6.2 Diplomarbeiten

Bärschneider, Marcel: Erstellung eines Prüfstandes und Untersuchung der Vereisung an meteorologischen Sensoren. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Böhm, Mathias: Die photovoltaische Stromeigennutzung zum Betrieb einer Wärmepumpe. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Eger, Matthias: Bewertung von photovoltaisch-thermischen Kollektoren in Wärmepumpensystemen. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Hartmann, Christopher: Entwicklung eines Prüfstandes zur Bestimmung von Leistungsparametern solarer Wasserspeicher. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Hoffmann, Daniel: Hard- und softwareseitige Konfiguration und Erprobung eines Messplatzes für Schallemissionsmessungen an Windenergieanlagen (WEA) nach den Anforderungen des Norm-Entwurfs DIN IEC 61400-11 (IEC 88/324/CD:2008). 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Hunold, Andreas: Auswertung und Optimierung von Feldtestanlagen einer Be- und Entlade-Kompakteinheit zur solaren Heizungsunterstützung. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Jübermann, Patrik: Charakterisierung und Bewertung von sorptiv beschichteten Luft-Luft-Kreuzstromplattenwärmeübertragern für den Einsatz in der solaren Klimatisierung. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Koch, Alena: Projektierung von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen und deren Beitrag zur dezentralen Energieversorgung. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Kundlatsch, Michael: Konzeption und Aufbau eines geothermischen Wärmepumpenteststandes. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Limprecht, Florian: Untersuchung der Wärmeverluste von isolierverglasten Flachkollektoren anhand von Wärmeleistungsmessungen mit bzw. ohne Bestrahlung. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Lubk, Pierre: Konzepterstellung und Wirtschaftlichkeitsprüfung für das Recycling von Glykol-Slurryhaltigem Wasser während der Wafervorreinigung in der PV-Industrie. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Mutter, Raphael: 100 % Tahiti: Energiekonzept für eine nachhaltige Inselversorgung. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Pena, Steffen: Rußpartikelfiltererprobung für pflanzenölbetriebene BHKW und deren Auswirkung auf die thermische Leistung des Abgaswärmeübertragers. 2010 (Betreuer: Prof. Herms)

Polley, Paul: Entwicklung einer Kabeltorsionstestanlage. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Quaas, Thomas: Abschätzung einer Grenzverteilung von Direkt- und Diffusstrahlung für den Einsatz nachgeführter PV-Anlagen. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Reichardt, Holger: Entwicklung und Erprobung eines Micro Grid Controllers für Verteilnetze mit einem hohen Anteil an dezentralen Energieerzeugungsanlagen. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Schneider, Moritz: Technische Planung eines Windparks unter Anwendung der Berechnungssoftware „EMD WindPro“. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Schulz, Christian: Experimentelle und analytische Untersuchung einer gasbetriebenen Adsorptionswärmepumpe. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Schurig, Toni: Systementwicklung zur Nutzung von Fernwärme auf der Grundlage des SolvisMax-Schichtenladespeichers. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Siegmann, Philipp: Analyse und Optimierung der Hydraulik von Heiz- und Kühlsystemen in Nichtwohngebäuden. 2010 (Prof. Schabbach)

Sperk, Tino: LV vs. HV-Modulkonzept – Untersuchung zu Einsparpotentialen und Ertragseinbußen in verschiedenen Solarparks. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Trümper, Marcus: Entwicklung von Verfahren zur Ermittlung des „wahren“ Langzeitbezuges. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Tulke, René: Einsatz regenerativer Energietechnik im Gebäudebestand am Beispiel des Mehrfamilienhauses Ricarda-Huch-Weg 7 in Jena. 2010 (Prof. Schabbach)

6.3 Bachelorarbeiten

Ackenhausen, Jan: Betrachtung einer Photovoltaik- und Geothermieanlage von den Grundlagen bis zur ausführenden Planung und abschließenden Wirtschaftlichkeitsbewertung an einem Industrieprojekt. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Blobel, Jörg: Fehleranalyse an Photovoltaik-Modulen anhand von Thermographie-Aufnahmen. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Bösemann, Stefan: Untersuchung von Temperatureinflüssen an a-Si:H Solarzellen. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Brockhaus, Henrik: Anwendbarkeit von thermografischen Untersuchungen an Photovoltaikmodulen im Hinblick auf Qualitätsprüfung, Funktionstest und Fehleranalyse. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Budde, Janek: Modellierung einer HAWT mit dem Aerolastic-Code FAST. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Bürkle, Jörg: Experimentelle Untersuchung der Kopplung eines H₂-Alanat-Speichers mit einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Büschleb, Mario: Energiebilanzierung einer Sauenzuchtanlage: 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Csambor, Simon: Weiterentwicklung eines photogrammetrischen Messsystems zur Überwachung der Form von Stahlstrukturen solarthermischer Parabolrinnenmodule. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Dörre, Elias: Entwicklung und Implementation eines Prozesses zur Schutzprüfung „Entkuppelungsschutz“ an Vestas Windenergieanlagen. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Eckstein, Julian: Konzeption eines regenerativen virtuellen Kraftwerks. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Edelmann, Philipp: Optimierung eines solarbetriebenen Absorptionskühlschranks. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Fomin, Stephan: Untersuchung der Möglichkeiten zur Verringerung des Dieselkraftstoffes für Triebfahrzeuge. 2010 (Betreuer: Prof. Herms)

Gerner, Falk: Dimensionierung eines Speichers für den Ausgleich von Prognoseabweichungen von Windparks. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Göttermann, Thomas: Untersuchung systembezogener Degradationsmechanismen von Photovoltaikmodulen. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Günther, Marcus: Darstellung des Planungs- und Genehmigungsverfahrens für die Errichtung von Biogasanlagen erläutert am Fall-beispiel des Erweiterungsbaus der Biogasanlage Itzstedt. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Haller, Johannes: Der Einfluss der spektralen Empfindlichkeit auf die optimale Ausrichtung von Photovoltaikmodulen – Vergleich zwischen kristallinen und Dünnschichttechnologien. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Herrmann, Eric: Planung und Kalkulation einer Photovoltaik-Anlage mit einer Systemspannung von bis zu 1500 V DC und Prüfung der Verfügbarkeit von Komponenten im Vergleich zu einem herkömmlichen 1000 V DC System. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Herzog, Alexander: Ortsaufgelöste Charakterisierung von Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC). 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Hilpert, Erik: Alterung von Bitumen-Photovoltaik-Dachbahnen. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Holzner, Claudia: Vergleich unterschiedlicher Photovoltaik-Technologien mithilfe eines LED-Sonnensimulators unter Berücksichtigung des Schwachlichtverhaltens von Solarzellen. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Kalinichenko, Sergej: Betriebsoptimierung einer 15 KW Sole/Wasser-Wärmepumpe auf dem Weg zur Markteinführung. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Kasten, Julia: Bilanzierung der thermischen Energieströme einer Solar-Luft-Kollektor-Anlage zur Optimierung des Kommunalen Wasserhauses in Jansenville/Südafrika. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Kitterer, Sabine: Vorkonditionierung von Dünnschichtmodulen. 2010 (Betreuer: Dipl.-Ing. Lustermann)

Knodel, Ralph: Wirkungsgradanalyse und Bestimmung von Möglichkeiten der Brennstoffreduzierung anhand des Biomassekraftwerks Bischofferode. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Koch, Markus: Aufbau eines Messplatzes für integrale Transmissionsgradmessungen und Untersuchung der Auswirkungen von Ammoniakbelastung auf Solarglas. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Krahnert, Jan: Auswertung, Analyse und Optimierungsmöglichkeiten einer Wärmepumpenanlage im Rahmen des Projekts "Wärmepumpen-Effizienz". 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Lüddecke, Kevin: Systemoptimierung des Holzpellet befeuerten Solarheizkessels SolvisMax. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Mattheß, Patrick: Planung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage auf einer ehemaligen Mülldeponie. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Mercker, Oliver: Untersuchung zur optimierten Anordnung radialer Erdwärmesonden. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Michael, Julian: Der Einfluss von Salznebel und Ammoniak auf die Mikroklimata von Photovoltaikmodulen. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Münch, Thomas: Vermessung und Bewertung von Kollektorfeldhydrauliken. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Nuschke, Maria: Entwicklung und Implementierung einer Betriebsführungsstrategie auf einem Beckhoff-System. 2010 (Betreuer: Prof. Link)

Odernheimer, Philipp: Solare Meerwasserentsalzung: Entwicklung einer energieautarken Entsalzungsanlage zur Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen in ariden Gebieten am Beispiel der Kapverden. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Peetz, David: Untersuchungen zum Betriebsverhalten einer Abwasser-Wärmepumpenanlage. 2010 (Betreuer: Prof. Schabbach)

Perl, Thomas: Vergleichende Untersuchung und Beschreibung des Trennverhaltens von Gasseparationsmembranen in der Aufbereitung von Biogas und deren Auswirkung auf das Prozessdesign. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Pohlig, Martin: Hausenergieversorgung mit Brennstoffzellen: Eine Chance für den Klimaschutz? Bilanzierung von Kohlendioxidemissionen und Energieströmen. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Rathje, Rio Marco: Konzipierung einer autarken Energieversorgungseinheit für eine drahtlose Breitbandsendeanlage. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Richert, Nils: Planung und Dimensionierung einer redundant aufgebauten Steuerspannungsversorgung von Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen mittels Brennstoffzelle mit anschließender Wirtschaftlichkeitsbetrachtung am Beispiel des neuen Teilchenbeschleunigers der GSI Darmstadt. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Rietsch, Michael: Temperaturanalyse von Photovoltaik-Modulen mit einer IR-Kamera. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)

Schneider, Jan-Daniel: Adaption eines Seriengasmotors des Herstellers MAN-Nutzfahrzeug AG an den Betrieb mit Wasserstoff für die Anwendung als Genset oder in einem BHKW mit dem Hauptaugenmerk auf der Steuerung einer Qualitätsregelung. 2010 (Betreuer: Prof. Herms)

Scholz, Christian: Entwicklung und Implementierung einer Betriebsführungsstrategie auf einem Beckhoff-System. 2010 (Prof. Link)

Sprenzel, Martin: Planung und Aufbau einer Versuchsanlage zur Untersuchung des Zyklenverhaltens thermochemischer Speichermaterialien. 2010 (Prof. Schabbach)

Stütz, Georg: Befestigungslösungen für Photovoltaik-Module auf solaren Nachführsystemen unter Berücksichtigung von Windlasten. 2010 (Prof. Link)

Taubitz, Peter: Regeln für die Auslegung teilverschatteter Photovoltaik-Anlagen. 2010 (Prof. Wesselak)

Vogelbacher, Anika: Ermittlung des kumulierten Energieaufwandes von Wärmepumpen am Beispiel einer WWK 300 A. 2010 (Prof. Fischer)

Wagner, Peter: Erarbeitung energetischer Konzepte zur Reduzierung des Energiebedarfs eines Altenpflegeheimes unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Wagner, Stefan: Solare Meerwasserentsalzung: Entwicklung einer energieautarken Entsalzungsanlage zur Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen in ariden Gebieten am Beispiel der Kapverden. 2010 (Betreuer: Prof. Fischer)

Weber, Stephan: Integration einer Hochtemperatur-PEM Brennstoffzelle in ein Propan-Pyrolysesystem. 2010 (Betreuer: Prof. Wesselak)