

# Projektbeschreibung zum Forschungsprojekt

Wirtschaftliche und technische Strukturierung und Bewertung von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien (EEEE<sup>4</sup>)

Die Projektbeschreibung wurde entsprechend "1. Anforderungen an Struktur und Inhalt von Projektvorschlägen/-anträgen" in Formblatt SAB 60716 erstellt. Zur besseren Orientierung wurden die in diesem Formblatt enthaltenen und abzuarbeitenden Unterpunkte der jeweiligen Beschreibung in Klammern [...] und unterstrichen vorangestellt. Zusätzliche Gliederungen sollen die Orientierung erleichtern.

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedarf des Projektes .....	2
1.1	Markt- und Beschäftigungschancen des Forschungsthemas und -projektes .....	2
1.2	Markt- und Beschäftigungschancen des Forschungsthemas und -projektes für den Freistaat Sachsen .....	4
1.3	Defizite in bisherigen Bearbeitung des Forschungsthemas und Lösungsansätze im Forschungsprojekt .....	5
1.4	Eignung des Forschungsthemas für eine Nachwuchsforschergruppe .....	6
1.5	Beschäftigungspolitische Bedeutung und Förderkriterien der Förderrichtlinie .....	7
2	Ausgangssituation .....	10
3	Ziele/Teilziele des Projektes .....	11
4	Regionale Einordnung .....	11
5	Angaben zur Zielgruppe .....	11
6	Arbeitsschritte zur Erreichung der Ziele .....	12
7	Methoden .....	19
8	Zu erwartende Ergebnisse und deren Dokumentation .....	19
9	Nachhaltigkeit .....	20
10	Kompetenz des Antragstellers/der Projektmitarbeiter .....	21
11	Gesamtkosten, Fördersumme, Eigenanteil .....	23
12	Sonstiges .....	24

# 1 Bedarf des Projektes

## Vorbemerkung

Aufgrund der technisch-mathematischen Ausrichtung des Forschungsprojektes ist dieses dem Bereich **MINT** zuordenbar (Förderungsgegenstand Freistaat Sachsen<sup>1</sup>) und gehört aufgrund des **Energiebezuges** zur Profillinie "Energie und Umwelt" der Hochschule Zittau / Görlitz. Damit werden mit dem Forschungsprojekt sowohl die **Förder- und/oder Forschungsschwerpunkte** des **Freistaates Sachsen** als auch die der **Hochschule/Zittau Görlitz** verfolgt.

[beschäftigungspolitische Bedeutung des Projektes]

## 1.1 Markt- und Beschäftigungschancen des Forschungsthemas und -projektes

Untersuchungen weisen nach, dass ein **Wachstum** von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien zu erwarten ist und sich weltweit, in Deutschland und in Sachsen damit verbundene **Arbeitsplatzchancen** ergeben<sup>2</sup>. Als Beispiel für die Bedeutung veranschaulicht die folgende Abbildung die bisherige Investitionstätigkeit für die Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2009<sup>3</sup>:

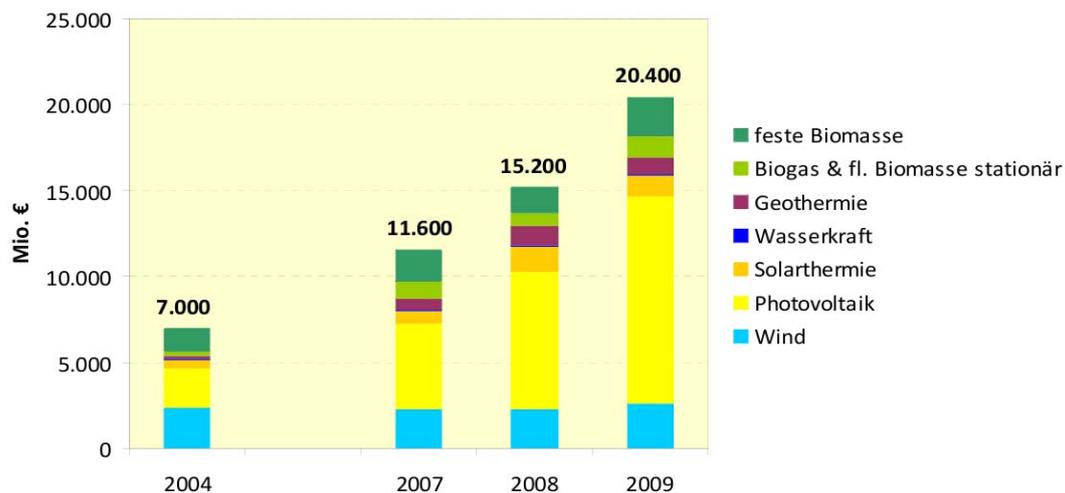


Abbildung 1: Investitionen zur Stromerzeugung mit erneuerbare Energien

Die Anzahl der **Beschäftigten** in 2009 lag bei 339.500 und hat sich nach jüngsten Schätzungen im Jahr 2010 deutlich auf ca. 370.000 erhöht<sup>4</sup>. Für die nächsten Jahrzehnte wird laut dem aktuellen Leitszenario des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) für den Stromsektor mit einem starken Anstieg der Investitionen in Windkraft und einem geringer werdenden Investitionsvolumen in Photovoltaik gerechnet. Die Investitionen in erneuerbare Energien im Wärmesektor bleiben dagegen weitestgehend konstant.

<sup>1</sup> Dieser Schwerpunkt ergab sich aus Gesprächen mit Vertretern des SMWK. Des Weiteren ergeben sich Hinweise auf diesen Schwerpunkt aus der vom Freistaat Sachsen geförderten Forschung im Rahmen der Exzellenzinitiative, vgl. <http://www.forschung.sachsen.de/2829.html>.

<sup>2</sup> Vgl. dazu in BMU (2010) die umfassende Darstellung des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit mit vielen weiteren Nachweisen.

<sup>3</sup> Vgl. Fraunhofer ISI u. a. (2011), S. 125.

<sup>4</sup> Vgl. BMU (2011).

Langfristig wird in beiden Energiegewinnungssektoren von einem **starken Wachstum** ausgegangen<sup>5</sup>.

Parallel zum Anstieg der Investitionen in erneuerbare Energien sind auch steigende **Beschäftigungszahlen** zu erwarten. Nach dem Leitszenario des BMU wird selbst bei einer verhaltenen Abschätzung mit einem starken Anstieg bis 2030 auf 470.000 gerechnet und bei optimistischen Schätzungen mit einer Steigerung auf 580.000, was fast einer Verdopplung gegenüber 2009 entspricht<sup>6</sup>.

Neben den generellen Marktchancen existieren in Deutschland eine Vielzahl an **Gesetzen, Verordnungen und Fördermaßnahmen** die Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien fordern und fördern:

- Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
- Kraft-Wärme-Kopplung Gesetz (KWK)
- Fördermöglichkeiten im Rahmen der sog. Klimaschutzinitiative aus 2008
- Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen" (EDL-G), mit der die EU-Richtlinie "Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen" (2006/32/EG) umgesetzt wurde und die einen Energieeinsparrichtwert von 9% für den Zeitraum zwischen 2008 und 2016 für alle EU-Staaten vorschreibt.
- Energieeinsparungsgesetz und der Energieeinsparverordnung
- Förderprogramm „Sonderfonds Energieeffizienz in KMU“
- Einzelregelungen im Energiewirtschaftsgesetz

Zwischen Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien bestehen häufig **Zusammenhänge**, welche im Weiteren aufgeführt werden:

- Ein Heizwerk wird durch eine mit Biomasse gefeuerte Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ersetzt (erneuerbare Energie), um durch die zusätzlich mögliche Stromproduktion eine höhere Flexibilität und Kostenersparnisse im Strommarkthandel zu erreichen (Energieeffizienz<sup>7</sup>).
- Ein Wärmeabnehmer im Bereich einer biomassegefeuerten Wärmeversorgung (erneuerbare Energie) senkt seinen Wärmeverbrauch durch Investitionen in Wärmedämmung (Energieeffizienz) oder gar - mit hohen Investitionsauszahlungen - durch Einführung von geothermischer oder solarthermischer Wärmeversorgung.
- Ein biomassebefeuertes Blockheizkraftwerk wird gebaut (erneuerbare Energie), um einen Versorgungsvertrag abzulösen und die Strom- und Wärmeversorgung gleichzeitig unter Reduzierung der Energieeinsatzmenge bereitzustellen (Energieeffizienz).
- Bau eines holzhackschnitzelbefeuerten Blockheizkraftwerkes (erneuerbare Energie) von dem verschiedene Wirkungsgradvarianten (mit unterschiedlichen Investitionsauszahlungen) beurteilt werden sollen (Energieeffizienz).

---

<sup>5</sup> Vgl. Fraunhofer ISI u. a. (2011), S. 125 f.

<sup>6</sup> Vgl. Fraunhofer ISI u.a. (2011), S. 199.

<sup>7</sup> Energieeffizienz wird grundsätzlich durch das **Mengenverhältnis** von **Nutzen/Energieeinsatzmenge** erfasst. Der Nutzen erfasst alle durch den Energieeinsatz erstellten Produkte und Dienstleistungen. Im Beispiel erfolgt neben der Wärmeversorgung (Produkt 1) nun zusätzlich eine Bereitstellung von Strom (Produkt 2), so dass sich auch bei gleicher Energieeinsatzmenge eine Erhöhung der Energieeffizienz ergibt. Bei einem eher wirtschaftlich orientierten Effizienzbegriff kann das Verhältnis von **Nutzen/Energieeinsatzkosten** betrachtet werden, so dass bei einer Reduzierung der Energieeinsatzkosten eine Effizienzsteigerung vorliegt. Vgl. z. B. auch Pehnt, M. (2010), S. 1 ff.

- Bau einer Photovoltaikanlage (erneuerbare Energie), für die durch zusätzliche Investitionen in eine Wasserkühlung in den Sommermonaten eine Wirkungsgraderhöhung erreicht werden soll (Energieeffizienz).

Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz werden beide Investitionstypen im Forschungsprojekt gemeinsam betrachtet.

[Darstellung des regionalen, branchen- oder unternehmensspezifischen Bedarfes, sofern er bereits durch Studien bzw. eigene empirische Untersuchungen ermittelt wurde (Kurzdarstellung mit Methodik)]

**Hinweis:** Im Folgenden wird unter diesem Punkt der regionale Bedarf für Sachsen und generell die Notwendigkeit des Themas für Unternehmen begründet.

## 1.2 Markt- und Beschäftigungschancen des Forschungsthemas und -projektes für den Freistaat Sachsen

Die oben getroffenen Aussagen zum erwarteten Investitions- und Beschäftigungswachstum für Deutschland lassen sich auf den **Freistaat Sachsen** uneingeschränkt übertragen, da auch für das Land Sachsen der bisherige Wachstumstrend vorliegt und auch für die Zukunft erwartet werden kann. In Abbildung 2 wird dies beispielhaft für den Umsatz und die Beschäftigtenzahl im Bereich der erneuerbaren Energien aufgezeigt.

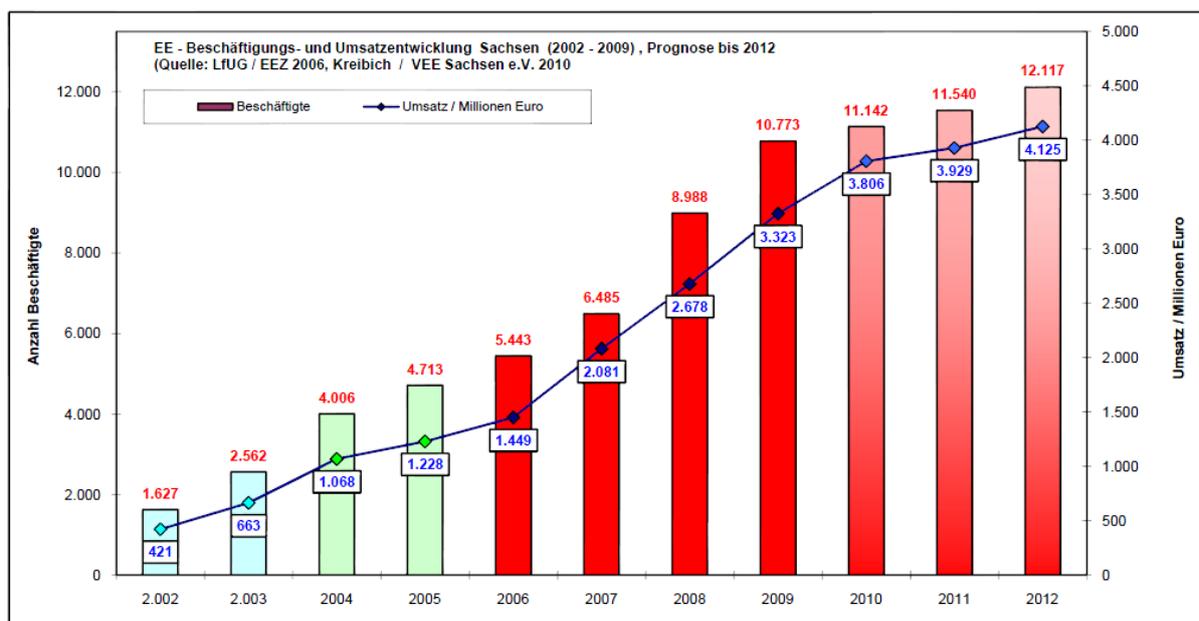


Abbildung 2: Umsatz und Beschäftigte in Sachsen<sup>8</sup>

Damit liegen mit dem Forschungsthema auch für den Freistaat Sachsen entsprechende Markt- und Beschäftigungschancen vor, die durch die Umsetzung im Forschungsprojekt realisiert werden sollen<sup>9</sup>.

Der **Freistaat Sachsen** weist eine **hohe Dichte an verarbeitendem Gewerbe mit hohem Energiebedarf** auf<sup>10</sup>, womit sich vor dem Hintergrund des **Energieeinsparungsziels von**

<sup>8</sup> Abbildung aus VEE Sachsen (2010), S. 2.

<sup>9</sup> Zur besonderen Relevanz des Forschungsthemas für den Freistaat Sachsen vgl. auch weiterführend: [www.saena.de](http://www.saena.de) und [www.vee-sachsen.de](http://www.vee-sachsen.de).

<sup>10</sup> Dies gilt vor allem für die Branchen der Datenverarbeitung und elektronischen/optischen Erzeugnisse sowie Automotive und Textilherstellung, vgl. eigene Berechnung bezugnehmend auf Daten der statisti-

9 % des EDL-G (siehe Abschnitt 1.1) für sächsische Unternehmen eine besonders **hohe Relevanz von Energieeffizienzinvestitionen** ergibt. Des Weiteren ergibt sich durch die Orientierung zur **dezentralen Energieerzeugung** auch für Sachsen die Notwendigkeit in die dezentrale Energieerzeugung zu investieren, die verstärkt auf Basis erneuerbarer Energien erfolgen soll<sup>11</sup>. Aufgrund der genannten hohen Dichte an verarbeitendem Gewerbe ergibt sich hier **für den Freistaat Sachsen ein besonderer Bedarf** an diesen Investitionen, da die Dezentralität Investitionen in der Nähe der Verbraucher erfordert.

### 1.3 Defizite in bisherigen Bearbeitung des Forschungsthemas und Lösungsansätze im Forschungsprojekt

Die Planung und Durchführung von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien erfordert eine sachgerechte Wirtschaftlichkeitsbewertung (Investitionsbewertung), die insbesondere folgende Teilbereiche umfasst:

1. Einzelbewertung
  - z. B. Soll ein Pumpspeicherkraftwerk errichtet werden oder soll diese Investition unterlassen werden?
  - z. B. Sollen die unregulierten Flüssigkeitspumpen einer Industrieanlage durch durchflussgeregelte Aggregate ersetzt werden?
  - z. B. Soll eine elektroenergiebasierte durch eine verbrennungsbasierte Prozesswärmebereitstellung ersetzt werden?
2. Vergleichende Bewertung von Alternativen
  - z. B. Soll die biomassebefeuerte Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit einer Windkraftanlage (Alternative 1) oder einer Photovoltaikanlage (Alternative 2) kombiniert werden?
3. Identifizierung von wirtschaftlichem Verbesserungspotential bei 1. und 2.
  - z. B. Wie hoch muss das Strompreisniveau mindestens ausfallen, damit der Betrieb des Pumpspeicherkraftwerkes wirtschaftlich ist?
4. Identifizierung von Fördermöglichkeiten die zur Wirtschaftlichkeit der Investition führen
  - z. B. Welche Bezuschussung der Investitionsauszahlung ist notwendig, damit die Investition in eine Biogasanlage wirtschaftlich ist?

Die beschriebene Investitionsbewertung mit ihren Teilbereichen ist notwendig, damit aus volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten keine Fehlallokation von Kapital erfolgt (Punkte 1. und 2.). Diese Forderung ist z. B. auch in § 3 Absatz 2 EDL-G enthalten, in dem eine wirtschaftliche Betrachtung von Energieeffizienzmaßnahmen vorgeschrieben wird. Mit der Investitionsbewertung wird aber auch aufgezeigt, welche Ansatzpunkte vorliegen, um die Wirtschaftlichkeit von Investitionen zu verbessern (Identifizierung von wirtschaftlich kritischen Variablen, Punkt 3.). Dieser Aspekt ist zudem für Fördermittelgeber interessant (Punkt 4.), da mit der Identifizierung von wirtschaftlich kritischen Variablen zugleich **Förderansatzpunkte** aufgezeigt werden.

---

schen Landesämter der Bundesländer. Die Liste der Verweise zu den Datenquellen dieser Statistiken ist bei den Literaturquellen am Ende dieser Antragsskizze angegeben.

<sup>11</sup> Vgl. dazu auch die aktuellen Informationen zum Energiekonzept 2050 der Bundesregierung unter <http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Energiekonzept/energiekonzept.html>.

Es bleibt zunächst festzuhalten, dass von einem hohen Wachstum von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien auszugehen ist und dass diese Investitionen aus den dargelegten Gründen einer sachgerechten Investitionsbewertung unterzogen werden müssen.

In Untersuchungen wurde nun aber festgestellt, dass die Durchführung von Investitionen in Energieeffizienz und/oder erneuerbare Energien häufig an der Unkenntnis oder Nichtverfügbarkeit von **Investitionsbewertungsverfahren** zur wirtschaftlichen Beurteilung dieser Investitionen scheitern (**Problemfeld 1**)<sup>12</sup> und dass generell ein Unterinvestitionsproblem bei diesen Investitionen zu verzeichnen ist (**Problemfeld 2**)<sup>13</sup>. Zusätzlich wurden in diesem Zusammenhang die folgenden Probleme identifiziert:

- Kreditinstitute knüpfen ihre Finanzierungszusage für Investitionen in Energieeffizienz und/oder erneuerbare Energien an das Vorhandensein von Unternehmensmitarbeitern, die in der Lage sind, eine entsprechende Investitionsbewertung durchzuführen (**Problemfeld 3**)<sup>14</sup>.
- Die Durchführung von Investitionen in Energieeffizienz und/oder erneuerbare Energien wird dadurch behindert, dass (nur) kaufmännisch und/oder (nur) technisch ausgebildete Entscheidungsträger die jeweilige andere Sichtweise nicht berücksichtigen bzw. verstehen (**Problemfeld 4**)<sup>15</sup>.

Man kann davon ausgehen, dass diese Ergebnisse auf **den Freistaat Sachsen** übertragbar sind und somit ein **Bedarf an Methodik und an Fachleuten auch im Freistaat Sachsen** existiert, die eine sachgerechte Investitionsbewertung für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien ermöglichen. Dieser Sachverhalt wird durch die Erfahrungen der Antragsteller im Rahmen von durchgeführten Projekten und durch den sonstigen fachlichen Austausch mit Praxispartnern bestätigt.

Das Forschungsprojekt zielt daher darauf ab, Investitionsbewertungsverfahren für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien zu entwickeln (Problemfeld 1), um das Unterinvestitionsproblem in diesem Bereich beseitigen zu helfen (Problemfeld 2, siehe insbesondere Abschnitt 6 zu Einzelheiten). Dabei erfolgt eine integrative Erfassung der technischen und wirtschaftlichen Sichtweise (Problemfeld 4) und eine **Qualifikation der Nachwuchsforscher anhand der entwickelten Verfahren** (Problemfeld 3 und 4).

#### 1.4 Eignung des Forschungsthemas für eine Nachwuchsforschergruppe

Der im Energiekonzept 2050 der Bundesregierung angestrebte Umbau des Energiesystems zu erneuerbaren Energien, einer dezentralen Energieversorgung und einem hohen Grad an Energieeffizienz ist eine der **Generationenaufgaben** des 21. Jahrhunderts<sup>16</sup>. Zur Erfüllung dieser Generationenaufgabe sind auch im Freistaat Sachsen qualifizierte junge Menschen erforderlich, für junge Menschen ergibt sich zudem die Möglichkeit an dieser sehr interessanten Aufgabe mitzuwirken.

Das Forschungsprojekt ist in besonderer Weise geeignet die Nachwuchsforscher für diese Aufgaben zu qualifizieren, da dessen **modellbasierte und strukturierte Konzeption** den Nachwuchsforschern auch die Lösung von zukünftigen Bewertungsproblemen ermöglicht (z. B. wissen wir zwar heute, dass Strompreisprozesse auch in Zukunft relevant sind, wir wis-

---

<sup>12</sup> Vgl. Jackson, J. (2010), S. 3865, Müller, E. u. a. (2009), S. 25 und Thamling, N./Seefeldt, F./Glöckner, U. (2010), S. 27.

<sup>13</sup> Vgl. Guéret, T. (2005), S. 7 ff. und Jackson, J. (2010). S. 3865.

<sup>14</sup> Vgl. de T'Serclaes, P. (2010), S. 32.

<sup>15</sup> Vgl. Mills, E. u. a. (2006), S. 188.

<sup>16</sup> Vgl. die Quelle in Fußnote 11.

sen heute aber noch nicht, wie diese Strompreisprozesse zukünftig aussehen werden). Zudem ermöglicht das Forschungsprojekt durch seinen **interdisziplinären** Charakter (technisch, mathematisch-statistisch, wirtschaftlich) eine breite Qualifikation der Nachwuchsforscher. Eine strukturierte und interdisziplinäre Qualifikation erhöht in besonderer Weise die **Arbeitsplatz- und Aufstiegschancen**<sup>17</sup>.

Die Nachwuchsforscher sollen im Rahmen des Forschungsprojektes an ihr jeweiliges **Promotionsthema** bearbeiten. Mit einer geförderten und fordernden Bearbeitung eines Promotions-themas wird in besonderer Weise die **Zielorientierung, die Belastbarkeit und das Durch-haltevermögen** der Nachwuchsforscher gefördert, Fähigkeiten, die nach Erfahrung der An-tragsteller ebenfalls **Arbeitsplatz- und Aufstiegschancen** erhöhen.

Mit dieser Qualifikation im Forschungsprojekt und aufgrund des in Abschnitt 1.2 dargestell-ten besonderen **Investitionsbedarfs im Freistaat Sachsen** ergeben sich für die Nachwuchs-forscher besonders **gute Beschäftigungschancen**. Diese Aussage wird auch dadurch gestützt, dass in der Energiebranche generell ein **wachsender Arbeitsmarkt** zu erwarten ist.<sup>18</sup>.

[Dokumentation der Bereitschaft relevanter Akteure (z. B. Unternehmen) zur Mitfinanzierung des Projektes]

**Hinweis:** Eine Mitfinanzierung durch Unternehmen ist nicht erforderlich. Trotzdem werden Unternehmen einbezogen, so dass hier eine Darstellung erfolgt.

Der Bedarf wird durch die **schriftlichen Erklärungen** zur Mitwirkung der **Stadtwerke Gör-litz AG, der Energieversorgung Halle GmbH, der Vattenfall Europe Generation AG, der ENSO Energie Sachsen Ost AG und der IHK Dresden** im zu bildenden **Beirat** des Projektes unterstrichen.

Der Beirat trifft sich alle drei Monate oder nach Bedarf, um den Stand des Forschungsprojek-tes vorzustellen und zu diskutieren. Neben der Mitarbeit im Beirat wird durch die Datenbe-reitstellung durch die Unternehmensvertreter eine **marktnahe und verwertbare Durchfüh-rung des Forschungsprojektes** sichergestellt. Je nach Projektstand und Erfordernis kann und soll eine Einbindung weiterer Unternehmen - z. B. Rahmen der Musterbewertung von Investi-tionsprojekten - erfolgen.

Durch die Unternehmenskontakte im Beirat werden die Nachwuchsforscher in ein **Netzwerk von Unternehmen** eingebunden. Neben der generellen Eignung des Forschungsthemas für die Nachwuchsforscher (siehe Abschnitt 1.4) erschließt sich für die Nachwuchsforscher damit ein zusätzliches **Arbeitsplatzpotential**.

**Hinweis:**

Da das Thema des Forschungsprojektes auch für Unternehmen außerhalb Sachsens von hoher Relevanz ist, werden für das Projekt förderliche Unternehmen außerhalb Sachsens ebenfalls in den Beirat eingebunden. Von dem Informationsaustausch profitieren dann auch die sächsi-schen Unternehmen.

## **1.5 Beschäftigungspolitische Bedeutung und Förderkriterien der Förderrichtlinie**

**Zusammenfassend** und bezugnehmend auf die zuvor dargestellten Einzelinformationen kann festgehalten werden, dass das Forschungsprojekt eine **beschäftigungspolitische Bedeutung** für den Freistaat Sachsen aufweist, die zum Einen in den erhöhten Beschäftigungschancen für

<sup>17</sup> Vgl. bei Baumgarten, H. u. a. (2006) die Darstellung für das Berufsbild des Wirtschaftsingenieurs, der ebenfalls ein interdisziplinäres Qualifikationsprofil aufweist.

<sup>18</sup> Vgl. zusätzlich zu den Informationen im Abschnitt 1.1 und 1.3 z. B. die aktuellen Informationen unter [https://www.energycareer.net/bewerber/energie\\_markt/energie\\_maerkte](https://www.energycareer.net/bewerber/energie_markt/energie_maerkte)

die Nachwuchsforscher und zum Zweiten in den positiven Auswirkungen auf den sächsischen Arbeitsmarkt liegt:

1. Erhöhte Beschäftigungschancen für die Nachwuchsforscher
  - Die Energiebranche als Wachstumsbranche bietet generell gute Arbeitsplatzchancen, insbesondere gilt dies für energieintensive Wirtschaftsstruktur des Freistaates Sachsen (Abschnitt 1.1 bis 1.2)
  - Die interdisziplinäre Qualifikation der Nachwuchsforscher und deren Promotionsmöglichkeit erhöhen deren Arbeitsplatz- und Aufstiegschancen (Abschnitt 1.4)
  - Die Einbindung in das Unternehmensnetzwerk des Beirats erhöht die Arbeitsplatzchancen der Nachwuchsforscher.
2. Positive Auswirkungen auf den sächsischen Arbeitsmarkt
  - Im Freistaat Sachsen besteht ein besonderer Bedarf an Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien (Abschnitt 1.2).
  - Im Forschungsprojekte werden Methoden zur Bewertung dieser Investitionen entwickelt, die Voraussetzung für eine wirtschaftliche und beschäftigungssichernde/-steigernde Durchführung dieser Investitionen sind.
  - Durch Mitarbeit der IHK Dresden im Beirat (Abschnitt 1.4) besteht die Möglichkeit die Themenstellung des Forschungsprojektes allen Mitgliedsunternehmen bekannt zu machen und eine entsprechende Investitionstätigkeit auszulösen.
  - Die zu erwartenden höheren Investitionen führen zu einer entsprechenden Erhöhung an Arbeitsplätzen<sup>19</sup>

Neben der beschäftigungspolitische Bedeutung für den Freistaat Sachsen werden zusätzlich die weiteren **Förderkriterien der Förderrichtlinie** wie folgt erfüllt (jeweilige Nummerierung der Förderrichtlinie in Klammern), so dass speziell die **Förderungsmöglichkeit als ESF-Projekt** gegeben ist:

- Mit dem Forschungsprojekt wird das Humankapital gestärkt, da mit den Nachwuchsforschern akademische Fachkräfte ausgebildet werden (A. I. 1.).

Die Ausbildung der Nachwuchsforscher erfolgt im Forschungsprojekt durch die Mitarbeit an den jeweiligen **Forschungsthemen**, die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Nachwuchsforscher, die Bearbeitung des **Promotionsthemas** und die **Präsentation** der Forschungsergebnisse im Beirat (siehe Abschnitt 1.4 und Abschnitt 6 zu den Einzelheiten der Forschungsthemen)

- Durch die Zusammenarbeit der Nachwuchsforschergruppe auch mit sächsischen Unternehmen wird eine feste Verbindung zwischen hochqualifizierten Fachkräften und sächsischen Unternehmen hergestellt (A. I. 2.).

Durch die häufige Zusammenarbeit, Diskussion und Präsentation der Forschungsergebnisse mit den Unternehmensvertretern im **Beirat** (siehe Abschnitt 1.4) wird eine Verbindung zwischen den Unternehmen und den Nachwuchsforschern hergestellt. Zur **Besprechung** des von den Unternehmen zur Verfügung gestellten **Datenmaterials** und zur **Besichtigung** existierender Investitionsprojekte sind zudem regelmäßige Unternehmensbesuche geplant.

---

<sup>19</sup> Vgl. BMU (2010b), S. 125 ff. und S. 198 ff.

- Durch die Zusammenarbeit von zwei sächsischen Hochschulen und der Zusammenarbeit mit sächsischen Unternehmen wird der Wissenstransfer zwischen diesen Einrichtungen und Unternehmen verbessert (A. I. 3.).

Der Wissenstransfer zwischen den Hochschulen und den Unternehmen wird durch die regelmäßige Zusammenarbeit im **Beirat** und die **Unternehmensbesuche** verbessert (siehe auch vorhergehender Punkt). Die Ergebnisse des Forschungsprojektes sollen zudem in **Buchform** publiziert werden (siehe Abschnitt 8).

Die Zusammenarbeit zwischen den Hochschulen wird verbessert, da die Konzeption des interdisziplinären Forschungsprojektes eine **laufende Abstimmung** zu technischen, mathematisch-statistischen und wirtschaftlichen Modellen erfordert, die Bestandteile eines gemeinsamen Investitionsbewertungsmodell werden (siehe zu Einzelheiten Abschnitt 6).

- Durch die Arbeit am Forschungsprojekt und den damit generierten Wissenszuwachs wird die Leistungsfähigkeit der beteiligten sächsischen Hochschulen verbessert (A. I. 4.).

Die Leistungsfähigkeit von Hochschulen kann grundsätzlich mit den **drei Leistungsbe-  
reichen Forschung, Lehre und Verwaltung** beschrieben werden. Eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit erfolgt in allen drei Bereichen:

#### Forschung:

Die Beschäftigung der Nachwuchsforscher, die Betreuung der Promotionsvorhaben und die Durchführung des Forschungsprojektes führen zu einem **Wissenszuwachs**, der über Veröffentlichungen und Konferenzteilnahmen die Leistungsfähigkeit der Hochschulen auch in der Außenwirkung dokumentiert und in ihrer Außenwirkung verbessert. Die Einwerbung der **Drittmittel** des Forschungsprojektes verbessert zudem auch den finanziellen Leistungsindikator der Forschungstätigkeit.

#### Lehre:

Die Bearbeitung der Forschungsthemen erfordert auch eine intensive Auseinandersetzung mit dem bisher in der Lehre vermittelten Wissen und führt damit häufig zur Aufdeckung von **Verbesserungspotentialen** für die Lehre. Des Weiteren wird durch die Einbindung von Daten der Praxispartner ein unmittelbarer **Praxisbezug** geschaffen, der zur Anwendung des Wissens in die Lehre transferiert werden kann. Des Weiteren ist eine **Ausweitung des Lehrangebotes** um die Ergebnisse des Forschungsprojektes geplant (siehe Abschnitt 8). Durch die **Außenwirkung** von interessanten Forschungsprojekten werden zudem zusätzliche geeignete Studenten für ein Studium an der entsprechenden Hochschule motiviert.

#### Verwaltung:

Die Durchführung eines interdisziplinären Forschungsprojektes erfordert eine entsprechende Aufbau- und Ablauforganisation und einen entsprechenden Wissensaufbau in diesem Bereich, der bei der Durchführung von weiteren Forschungsprojekten hilfreich ist.

- Durch die Qualifikation der Nachwuchsforschergruppe werden deren Einstiegschancen und deren Mobilität im Arbeitsmarkt erhöht (A. I. 5.).

Die **erhöhten Einstiegschancen** der Nachwuchsforscher wurden im Rahmen der beschäftigungspolitischen Bedeutung im Punkt "1. Erhöhte Beschäftigungschancen für die Nachwuchsforscher" nachgewiesen.

Die **Mobilität** der Nachwuchsforscher am Arbeitsmarkt erhöht sich, da durch deren interdisziplinäre Qualifikation ein breiter Einsatz möglich ist (siehe auch Abschnitt 1.4). Des Weiteren wird durch das Forschungsprojekt auch die persönliche Mobilität gefördert, da die regelmäßigen Unternehmensbesuche eine Reisetätigkeit beinhalten.

- Die angeführten Punkte zeigen, dass das Vorhaben zu einem Wissens- und Technologietransfer sowie zur Netzwerkbildung zwischen sächsischen Hochschulen und Unternehmen führt (B. VI. 1.).

Der Wissens- und Technologietransfer erfolgt durch die **interdisziplinäre Zusammenarbeit** der Hochschulen sowie durch die Zusammenarbeit der Hochschulen mit den Unternehmen im **Beirat**. Durch die regelmäßige Zusammenarbeit und das gemeinsame Interesse am Forschungsthema und die auf Zukunft absehbare Relevanz des Themas ist zudem von der Ausbildung eines **dauerhaften Netzwerks** zwischen Unternehmen und Hochschulen auszugehen. Die geplante und nachfolgend zu wiederholende **Konferenz** zum Thema "Investitionsbewertung in der Energiewirtschaft" soll ebenfalls dazu beitragen das Netzwerk zu stabilisieren und auszuweiten.

#### [zielbezogene IST-Analyse]

Wie in Abschnitt 1 dargestellt wurde, ist die Anwendung und Kenntnis von Investitionsbewertungsmethoden für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien nicht ausreichend. Zusätzlich zu den in Abschnitt 1 dargestellten Studien wurden von den Antragstellern neuere Veröffentlichungen zur Investitionsbewertung dieser Investitionen analysiert<sup>20</sup>. Diese Veröffentlichungen sind im Wesentlichen durch folgende Merkmale charakterisierbar:

- Behandlung von speziellen Investitionsproblemen ohne Verallgemeinerungscharakter für die Vielzahl von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien
- Mangelnde Anwendbarkeit durch fehlende oder nicht nachvollziehbare Beschreibungen der Implementierung der vorgeschlagenen Modelle

Mit diesen Veröffentlichungen ist das generelle Unterinvestitionsproblem im Bereich von Energieeffizienz und erneuerbare Energien nicht lösbar, da dies aus einer mangelnden Sachkenntnis und Anwendung von Investitionsbewertungsmodellen herrührt. Von diesen Veröffentlichungen können jedoch Einzelaspekte übernommen und weiterentwickelt werden und in die angestrebte umfassende und anwendungsorientierte Struktur von Investitionsbewertungsmodellen überführt werden (siehe dazu Abschnitt 6).

#### [Berücksichtigung bereits vorhandener Ergebnisse anderer Untersuchungen/Projekte]

Bei der Durchführung des Forschungsprojektes wird das bisherige Forschungs- und Anwendungswissen der Antragsteller (siehe dazu Abschnitt 10 und Anhang) berücksichtigt.

#### [Kurzdarstellung bestehender ähnlicher Strukturen (eigene und andere Projekte/Netzwerke etc.)]

Es wurde eine Recherche zu ähnlichen Projekten durchgeführt. Eine umfassende Darstellung von geförderten Forschungsprojekten im Bereich von Energieeffizienz und erneuerbare Ener-

---

<sup>20</sup> Vgl. Hau, E. (2008), S.797 ff., Ding, J. u. a. (2010), Gotzes, U. u. a. (2008), Weber, C. u. a. (2006), Uturbey, W u. a. (2009), Hasani-Marzooni, M. u. a. (2011), Discorato, M. u. a. (2011), Buijs, P. u. a. (2011), Hasani, M. u. a. (2010), Gross, R. u.a. (2009), Karlsson, K. u. a. (2008), Bhattacharya, A. u. a. (2010).

gien ist beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zu finden<sup>21</sup>. Diese Projekte beschäftigen sich mit unterschiedlichen Schwerpunkten mit den Themen Energieeffizienz und/oder erneuerbare Energien, was die Relevanz der Thematik des Forschungsprojektes zusätzlich stützt. **Keines der Projekte** hat jedoch eine umfassende Entwicklung von Investitionsbewertungsmodellen für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien zum Inhalt.

## 2 Ziele/Teilziele des Projektes

[konkrete Beschreibung der Zielstellungen mit inhaltlicher Abgrenzung zu anderen Vorhaben]

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll eine umfassende Struktur von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien identifiziert werden, die die Basis für die Entwicklung von **Investitionsbewertungsmodellen** auf Basis des Kapitalwertes bildet. Es erfolgt die Entwicklung eines "Baukastens" mit technischen, mathematischen, statistischen und wirtschaftlichen Teilmodellen die je nach vorliegendem Investitionsproblem zu einem sachgerechten und anwendbaren Investitionsbewertungsmodell für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien verknüpft werden können.

Entsprechend den in Abschnitt 2 dargestellten Ergebnissen der Recherche zu ähnlichen Projekten wurden keine Projekte identifiziert, die eine ähnliche Zielstellung und einen ähnlichen Inhalt aufweisen.

## 3 Regionale Einordnung

[Aussagen zur wirtschaftspolitischen Bedeutung]

[Kooperation mit KMU oder Netzwerken/Projekten]

Beide Punkte wurden ausführlich in Abschnitt 1 dargestellt. Die wirtschaftspolitische Bedeutung wurde als beschäftigungspolitische Bedeutung im Abschnitt 1.5, die Kooperationen wurden im Abschnitt 1.4 (Unternehmen) und 1.5 (Hochschulen) dargestellt.

## 4 Angaben zur Zielgruppe

[Branche]

Als relevante Branchen sind zunächst die Energiewirtschaft, die Energietechnik und die Energieberatung zu nennen. Des Weiteren sind Investitionen in Energieeffizienz für alle Branchen mit energieintensiven Produktionsprozessen relevant und werden somit ebenfalls als Zielgruppe des Forschungsprojektes angesprochen. Diese Branchen sind gleichermaßen für den **Berufseinstieg** der Nachwuchsforscher von Interesse.

[Angestrebtes Qualifikationsniveau (bei Qualifizierungsprojekten)]

Für die Nachwuchsforscher wird die Promotion als Qualifikationsniveau angestrebt, die eine vertiefende Qualifikation im jeweils abgegrenzten Promotionsthema ermöglichen. Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit erfolgt zudem auch in den jeweils anderen Themenbereichen (technisch, mathematisch-statistisch und wirtschaftlich) eine Qualifikation die mit der Qualifikation zur Investitionsbewertung in der Energiewirtschaft abgerundet wird, die alle Themenbereiche vereint.

---

<sup>21</sup> Siehe den ausführlichen Überblick zu dem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Projekten unter: <http://www.bmu.de/erneuerbare/energien/doc/36049.php>, Stand Februar 2011.

[Anzahl der Teilnehmer bzw. Begünstigten (Personen, Unternehmen etc.)]

3 Nachwuchsforscher

[Beschreibung des Gender-Mainstreaming-Ansatzes (Welchen Beitrag leistet das Projekt, um Chancengleichheit von Frauen und Männern am Arbeitsmarkt zu fördern bzw. herzustellen?)]

Die Chancengleichheit von Frauen und Männern wird durch deren gleichberechtigte Zusammenarbeit an einem Themenfeld gefördert.

## 5 Arbeitsschritte zur Erreichung der Ziele

[konkrete Beschreibung einzelner Arbeitspakete] - [Zeitplan (evtl. Meilensteine)] - [Verantwortlichkeiten für einzelne Arbeitspakete] - [Kooperationsstruktur (Wer macht was mit wem und wann?)] - [Was ist zu fördern bzw. herzustellen?]

**Hinweis:** Die Darstellung obiger Einzelpunkte erfolgt zusammen im folgenden Abschnitt, um den Zusammenhang zwischen diesen Punkten aufzeigen zu können.

Investitionen sind grundsätzlich durch eine Anfangsauszahlung  $I_0$  (Investitionsauszahlung) und mehrere zeitlich nachgelagerte Zahlungen  $Z_t$  gekennzeichnet (mehrfähriger Planungszeitraum mit  $t = 0 \dots T$ )<sup>22</sup>. Die Zahlungen  $Z_t$  stellen Zahlungsüberschüsse als Differenz der zukünftigen Einzahlungen und Auszahlungen dar (z. B. Umsatzerlöse aus dem Stromverkauf = Einzahlung, Brennstoffkosten = Auszahlung). Für eine sachgerechte Investitionsentscheidung müssen die zeitlich unterschiedlich anfallenden Zahlungen unter Berücksichtigung des sog. Zeitwertes des Geldes bewertet werden. Das hierfür geeignete finanzmathematische Entscheidungskriterium stellt der **Kapitalwert**  $C_0$  dar, mit dem eine Diskontierung der Einzahlungen  $Z_t$  auf den Bewertungszeitpunkt  $t = 0$  mit einem Kalkulationszins  $r$  vorgenommen wird:

$$C_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{Z_t}{(1+r)^t}$$

Investitionen mit positivem Kapitalwert  $C_0$  sind durchzuführen, da sich die Investition besser verzinst als die im Kalkulationszins erfasste risikoadäquate **Anlagealternative**.

Wie in Abschnitt 1 und 2 dargelegt wurde, ist für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien bisher keine umfassende und anwendungsorientierte Struktur zur Anwendung des Kapitalwertes vorhanden. Um diese umfassende Struktur entwickeln zu können, müssen diese Investitionen zunächst umfassend systematisiert werden. Die folgende Abbildung 3 stellt eine Systematisierung vor, die den Ausgangspunkt des Forschungsprojektes bildet:

---

<sup>22</sup> Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsrechnung mit dem Kapitalwert wird der Terminus Einzahlungen und Auszahlungen verwendet, da unmittelbar auf die Änderung der Zahlungsmittel abgestellt wird. Die Begriffspaare Einnahmen/Ausgaben, Ertrag/Aufwand und Leistungen/Kosten werden teilweise bei der Ermittlung der Einzahlungen/Auszahlungen verwendet.

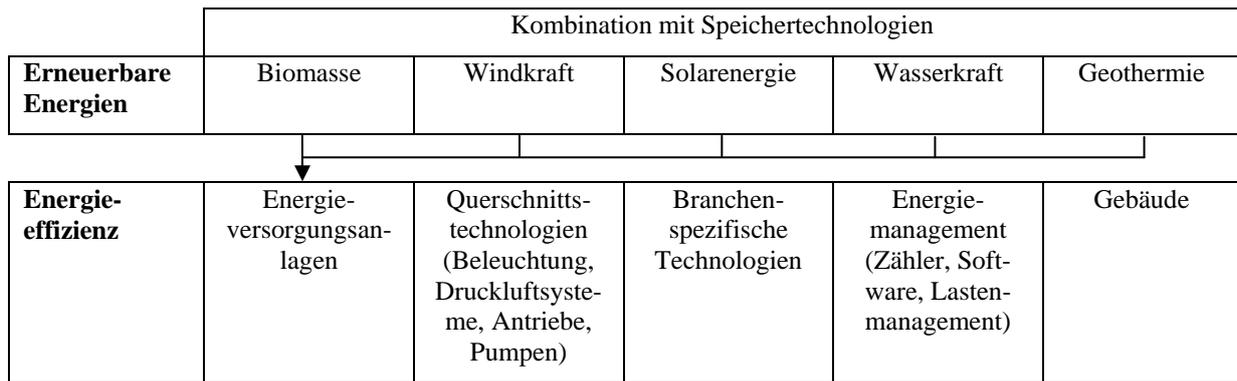


Abbildung 3: Systematisierung von Investition in Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Wie in Abschnitt 1 dargestellt wurde, besteht zwischen Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien häufig ein Zusammenhang, so dass die Systematisierung für beide Investitionstypen gemeinsam erarbeitet wird, die die Basis für die Entwicklung von **Investitionsbewertungsmodellen** auf Basis des Kapitalwertes bildet.

Die Anwendung des Kapitalwertes erfordert die Ermittlung der Anfangsauszahlung  $I_0$ , der zukünftigen Zahlungen  $Z_t$  und des Kalkulationszinses  $r$ . Der Kalkulationszins  $r$  ist je nach dem Risiko des vorliegenden Projektes über Kapitalmarktmodelle zu schätzen (z. B. CAPM).

Für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien sind hierzu noch keine umfassenden Untersuchungen vorhanden. Für die Ermittlung der Investitionsauszahlung und die Planung der zukünftigen Zahlungen sind zunächst **technische Modelle** notwendig (Beispiel: Leistungsdaten und Anfahrereigenschaften der Turbine eines Pumpspeicherkraftwerkes), die wirtschaftlich bewertet werden (Beispiel: Anschaffung und Instandhaltungsvertrag Turbine in EUR). Des Weiteren sind zur Schätzung von Preis- und Mengengrößen **statistische Modelle** erforderlich (Beispiel: Strompreisprozess für Day-Ahead-Stundenpreise an der EEX zur Vermarktung des Pumpspeicherkraftwerkes). Insbesondere im Bereich der Energieversorgungsanlagen sind **mathematische Modelle** zur Bestimmung von optimalen Einschaltentscheidungen notwendig (Beispiel: Stochastisches Programm zur Bestimmung der Turbinen- und Pumpzeiten in Abhängigkeit des Strompreises). Die letzten beiden Modellvarianten ermöglichen es, den dynamischen Betrieb der Erzeugungsanlagen zu erfassen, dessen resultierende Betriebskosten und Erlöse ebenfalls zur Bestimmung der zukünftigen Zahlungen notwendig sind.

Als weiteres Beispiel sei die Wirkung eines Wärmespeichers auf die Betriebskosten angerissen. Je größer der Speicher ausgelegt wird, um so größer ist die damit verbundene Investitionsauszahlung. Bei einem überdimensionierten Speicher ist aber die Fahrweise (Festlegung der Belade- und Entladezeitpunkte und -Leistungen) nicht so kritisch für die Betriebskosten. Je kleiner der Speicher ist, um so mehr kommt es auf die richtige Fahrweise an, damit ein wirtschaftlicher Betrieb erreicht werden kann. Die über ein mathematisches Optimierungsmodell bestimmte optimale dynamische Fahrweise des Speichers ergibt dann den wirtschaftlich optimalen Betrieb, der als optimaler Zahlungsstrom in die Bewertung mit dem Kapitalwert einfließt.

Bei der Ermittlung der Anfangsauszahlung  $I_0$  und der zukünftigen Zahlungen  $Z_t$  liegt bei Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien häufig ein sog. Substitutionsprozess vor (**Substitutionsanalyse**). Zum Beispiel werden durch eine verbesserte Kraftwerkstechnik oder Gebäudedämmung (Erhöhung von  $I_0$ ) Energiekosten reduziert (Erhöhung von  $Z_t$ ) und damit Energiekosten durch Investitionen substituiert. Bei einem verbesserten Energiemanagement erfolgt eine Substitution von Energiekosten (Reduzierung von  $Z_t$ ) durch Personalkos-

ten (Erhöhung von  $Z_t$ ), da durch eine verbesserte Planung und Kontrolle der Energieeinsatz reduziert werden kann<sup>23</sup>.

Zusammengefasst ergibt sich die folgende Struktur des Forschungsprojektes:

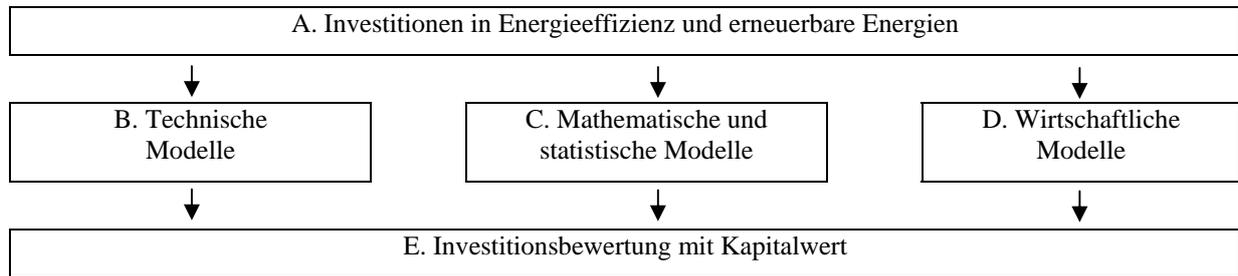


Abbildung 4: Struktur des Forschungsprojektes

Die Umsetzung der Struktur des Forschungsprojektes erfordert für die verschiedenen Bestandteile die im Folgenden dargestellten einzelnen Umsetzungsschritte und Arbeitspakete mit den entsprechenden Verantwortlichkeiten.

#### A. Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Verantwortlich: Prof. Claus, Prof. Muche, Prof. Zschunke und Projektmitarbeiter

Entsprechend der in Abbildung 3 dargestellten überblicksartigen Struktur von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien wird ein umfassender Katalog für diese Investitionen erarbeitet. Die folgende Abbildung 5 stellt einen Ausschnitt aus der noch vorzunehmenden vollständigen Katalogisierung vor:

Energieversorgungsanlagen	Energieerzeugung	Primärenergieträger	...
Biomasse	Strom	Holz	...
	Wärme	Stroh	
	Kraft-Wärme-Kopplung	...	
Biogas	...	Holz	...
	Strom	Stroh	
	Wärme	...	
...	Kraft-Wärme-Kopplung	Holz	...
	...	Stroh	
	...	...	

Abbildung 5: Katalogisierung der Investitionen

Für eine vollständige Katalogisierung werden Literatur- und Datenbankrecherchen sowie Interviews mit Unternehmen durchgeführt. Je nach Fortschritt der Katalogisierung können auch

<sup>23</sup> Vgl. Pehnt, M. (2010), S. 4.

Fragebögen für die Ansprache einer größeren Anzahl von Unternehmen erstellt und verwendet werden.

## B. Technische Modelle

Verantwortlich: Prof. Zschunke und Projektmitarbeiter

### I. Energieversorgungsanlagen

Es sind Modelle für die folgenden technischen Aspekte zu erstellen:

- Fahrpläne in Abhängigkeit von Speichergößen
- Wärmeverbrauchskurven
- Mindestbetriebsdauer und Mindeststillstand
- Laständerungsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Qualitätsstand der Regelungstechnik (Sensorik, Aktorik)
- Stationäres Teillastverhalten
- Anfahrkennlinien für Kalt- und Warmstart
- Ausfallverhalten

### II. Speichertechnologien

Es sind Modelle für die folgenden technischen Aspekte zu erstellen:

- Ein- und Ausspeisekennlinien
- Ladezyklus
- Speichereffizienz

### III. Lastgangbeeinflussung

Es sind Modelle für die folgenden technischen Aspekte zu erstellen:

- Indirektes Speicherverhaltens von Verbraucheranlagen
- Ausnutzung von Systemträgheiten zur Lastgangbereinigung

## C. Mathematische und statistische Modelle

Verantwortlich: Prof. Claus, Prof. Muche und Projektmitarbeiter

### I. Statistische Modelle

Die statistischen Modelle dienen zur Identifizierung, Schätzung und Prognose der verschiedenen Preis- und Mengenprozesse für die Investitionen und als Grundlage für deren Simulation. Die relevanten Preis- und Mengenprozesse sind z. B. folgende:

- Stundenstrompreise am Day-Ahead- und Intraday-Day-Markt
- Preise für Primärenergieträger (Gas, Kohle, Öl, Holz usw.)
- Sonnenscheindauern
- Strompreise am Regelenergiemarkt
- Windstärken
- Bedarfsganglinien, Lastganglinien

Die anzuwendenden und zu entwickelnden statistischen Modelle umfassen im Wesentlichen die Methoden der Zeitreihenanalyse, die sich grundsätzlich folgendermaßen unterteilen lassen:

#### **Zeitreihenmodelle**

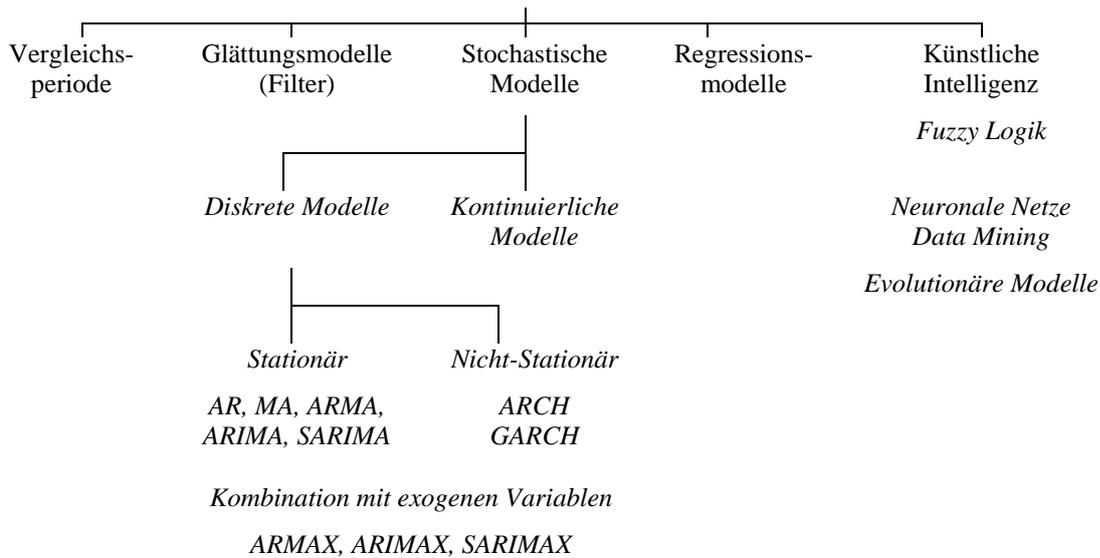


Abbildung 6: Überblick zur Zeitreihenanalyse

Für die verschiedenen Preis- und Mengenprozesse sind verschiedene Zeitreihenmodelle zu identifizieren und zu schätzen. Für die Prognose sind anschließend die Zeitreihenmodelle mit dem geringsten Prognosefehler auszuwählen.

## II. Mathematische Modelle

### a) Modelle für die Kraftwerkseinsatzplanung entsprechend den entwickelten technischen Modellen

Zur Modellierung der Kraftwerkseinsatzplanung können insbesondere die folgenden Modellierungsansätze angewendet werden.

- Lambda-Iterationsmethode
- Nicht-lineare Optimierung
- Stochastische Dynamische Programmierung
- Gemischt-ganzzahlige lineare Optimierung
- Dynamische Programmierung
- Stochastische Programmierung
- Least-Square-Monte-Carlo

Für die jeweils zu modellierende und zu lösende Problemstellung ist aus den beschriebenen Modellierungsansätzen der geeignetste Modellansatz auszuwählen. Die Eignung ist anhand der generellen Lösungsfähigkeit, der Lösungsgeschwindigkeit und Umsetzbarkeit zu beurteilen.

### b) Simulationsmodelle

Es müssen Simulationsmodelle für die Preis- und Mengenprozesse verwendet werden, wenn dies für die wirtschaftliche Bewertung erforderlich ist. Dies ist z. B. dann erforderlich, wenn die zukünftige unsichere Entwicklung durch die explizite Erfassung mehrerer zukünftiger Entwicklungen erfasst werden soll (Mehrwertige Zukunft) oder wenn keine analytische Prognosefunktion ermittelt werden kann. Die folgenden grundsätzlichen Simulationsansätze sollen wenn erforderlich angewendet werden:

### c) Szenarienmodelle

Es müssen Szenarienmodelle für die Preis- und Mengenprozesse verwendet werden, wenn dies analog zu den Simulationsmodellen für die wirtschaftliche Bewertung erforderlich ist.

Dies ist insbesondere der Fall, wenn eine Lösung mit den Methoden der Stochastische Dynamische Programmierung und der Stochastischen Programmierung erfolgen soll. Die folgenden grundsätzlichen Szenarienmodelle sollen wenn erforderlich angewendet werden:

- |  |  |
|--|--|
| i) Analytische Szenarienmodelle              | ii) Simulative Szenarienmodelle  |
| • Binomialbaum (jeweils zwei Verzweigungen)  | Erstellung von Szenarienbäumen mit einer unterschiedlichen Anzahl von Verzweigungen und einer unterschiedlichen Länge der Zeitschritte |
| • Trinomialbaum (jeweils drei Verzweigungen) |  |

#### D. Wirtschaftliche Modelle

Verantwortlich: Prof. Muehe und Projektmitarbeiter

Die wirtschaftlichen Modelle erweitern und kombinieren die technischen, mathematischen und statistischen Modelle zur Ermittlung des Zahlungsstroms für die Investitionsrechnung. Der Umfang hängt von den noch zu entwickelnden technischen, mathematischen und statistischen Modellen ab. Als Beispiele seien angeführt:

##### I. Erweiterung von Modellen

- Schätzung von Kostenfunktionen für Energieerzeugungsanlagen auf Basis technischer Wärmeverbrauchskurven
- Schätzung von Startkostenfunktionen für Energieerzeugungsanlagen auf Basis der technischen Anfahrkennlinien
- Ermittlung Instandhaltungskosten in Abhängigkeiten von unterschiedlichen Fahrweisen und dem Ausfallverhalten der Energieerzeugungsanlagen

##### II. Kombination von Modellen

- Die Anwendung der mathematischen Modelle erfordert die Implementierung einer wirtschaftlichen Zielfunktion, so dass mathematische und wirtschaftliche Modelle letztlich simultan entwickelt werden müssen. Im kurzfristigen Modellierungsbereich wird als Zielfunktion grundsätzlich der Deckungsbeitrag und im langfristigen Modellierungsbereich der Kapitalwert verwendet.
- Die Anwendung der mathematischen Modelle erfordert u. U. die Aufnahme von wirtschaftlichen Nebenbedingungen, wie z. B. die Begrenzung der Investitionsauszahlungen auf einen bestimmten EUR-Betrag.
- Die technischen Komponenten der Investitionen sind mit EUR-Beträgen zu bewerten, um eine Ermittlung der Investitionsauszahlungen und Zahlungsströme vornehmen zu können.

Im Rahmen der wirtschaftlichen Modellierung erfolgt des Weiteren eine Klassifizierung der Investitionssituationen, die eine simulations-, szenarien- oder erwartungswertbasierte Modellierung erfordern. In Situationen mit hoher Unsicherheit sind tendenziell simulations- und szenarienbasierte Modellierungen anzuwenden, in Situationen mit geringerer Unsicherheit eher erwartungswertbasierte Modellierungen.

Eine weitere Klassifizierung der Investitionssituationen ist entsprechend der Häufigkeit ihrer Durchführung vorzunehmen. Häufig wiederholt durchgeführte Investitionen (z. B. jährlich wiederholte Ersatzinvestition in Beleuchtung) können risikoneutral, einmalige Investitionen (z. B. Bau Photovoltaikanlage) müssen grundsätzlich risikoangepasst bewertet werden.

## E. Investitionsbewertung mit Kapitalwert

Verantwortlich: Prof. Mucho und Projektmitarbeiter

Unter Berücksichtigung der in den Punkten A. bis D. dargestellten Teilmodelle und Vorgehensweisen wird die Bewertung der Investitionen vorgenommen. Die Vorgehensweise zu dieser Bewertung wurde bereits am Anfang von Abschnitt 6 dargestellt. Im Rahmen dieser Bewertung ist auch zu identifizieren welche Investitionen u. U. keine Anwendung des Kapitalwertmodelles erfordern. Dies könnte z. B. für Investitionen der Fall sein, die zu einer konstanten Erhöhung des Zahlungsstromes in jedem Jahr führen und keine hohe (Erst-) Investitionsauszahlung erfordern.

Ein wesentlicher und umfangreicher Bestandteil der Kapitalwertbewertung ist die Schätzung der risikoangepassten Alternativzinsen bzw. des Marktpreises des Risikos für die Anwendung der Risikozuschlags- und Sicherheitsäquivalentmethode. Für die Schätzung dieser Größen ist zunächst die Erstellung des umfassenden Kataloges von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien entsprechend Punkt A. erforderlich. Entsprechend dieses Kataloges sind Kapitalmarktdaten zu erheben, die die Basis für die Schätzung bilden und mit statistischen Methoden geschätzt werden. Insofern ergibt sich in diesem Arbeitspaket auch ein Bezug zu den statistischen Methoden im Punkt C.

Zur Abarbeitung der unter A. bis E. erläuterten Arbeitspakete ist folgender **Zeitplan** vorgesehen:

2012				2013			
I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
A. Investitionen katalogisieren		B. Technische Modelle		E. Investitionsbewertung mit Kapitalwert			
		C. Mathematische und statistische Modelle					
		D. Wirtschaftliche Modelle		Dokumentation in Buchform			
		E. Kapitalmarktdaten		Erarbeitung Bildungsangebot			

Abbildung 7: Zeitplan des Forschungsprojektes

Die einzelnen Arbeitspakete sind grundsätzlich in der in Abbildung 7 dargestellten Reihenfolge abzuarbeiten. Zwischen verschiedenen Arbeitspaketen sind jedoch u. U. **Rückkopplungen** zu berücksichtigen. Beispielsweise ist die Komplexität der technischen Modelle mit der möglichen mathematischen Modellierung abzustimmen, um eine Lösbarkeit der Modelle sicherstellen zu können. Des Weiteren ist beispielsweise eine Abstimmung der wirtschaftlichen Modellierung mit den mathematischen Modellen zur Implementierung geeigneter wirtschaftlicher Zielfunktionen und Nebenbedingungen erforderlich.

**Der Abschluss des Forschungsprojektes zum 31.12.2013 erfordert eine Beschränkung des Forschungsumfanges.** Die Beschränkung wird folgendermaßen vorgenommen:

1. Es werden zunächst nur die für den Freistaat Sachsen entsprechend des Umsatzes bedeutendsten Branchen in die Untersuchung einbezogen (Maschinenbau, Herstellung von

KfZ und KfZ-Teilen, Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Nahrungs- und Futtermittelindustrie)<sup>24</sup>.

2. Es erfolgt eine Beschränkung auf stark Komplexitätsreduzierende (einfach handhabbare, aber die Realität stark vereinfachende) technische, mathematisch-statistische und wirtschaftliche Modellen.
3. Die Investitionsbewertungsmodelle werden zur Erfassung der Unsicherheit auf Basis von Erwartungswerten formuliert.

Die Beschränkung des Forschungsumfangs ermöglicht die Bearbeitung des Forschungsthemas in seiner interdisziplinären Gesamtstruktur. Bei einer längeren Projektlaufzeit könnten jedoch verschiedene Einzelthemen des Forschungsprojektes weitergehend untersucht werden und die Nachwuchsforscher entsprechend weitergehend qualifiziert werden.

## 6 Methoden

[Beschreibung konkreter Methoden (z. B. Interviews, Fragebögen bzw. verschiedene Lehrformen) bzw. Handlungsschritte zur Realisierung der einzelnen Arbeitspakete]

Die verschiedenen Methoden sind Bestandteil der im Abschnitt 6 beschriebenen Vorgehensweise. Diese Methoden lassen sich den **empirischen und modellbasierten Forschungsmethoden** zuordnen. Die empirischen Forschungsmethoden kommen im Wesentlichen zur Identifizierung der Struktur der Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien und zur Identifizierung der Preis- und Mengenprozesse zum Einsatz. Die angewandten empirischen Forschungsmethoden umfassen Literatur- und Datenbankrecherchen sowie Interviews mit Personen der beteiligten Unternehmen. Je nach offengelegtem Informationsstand können auch Fragebögen für einen größeren Kreis von Unternehmen einbezogen werden. In den anderen Bereichen des Forschungsprojektes werden modellbasierte Forschungsmethoden eingesetzt.

[Je nach Projektspezifika Maßnahmen zur Qualitätssicherung (z. B. Evaluierung)]

Die während der Projektdurchführung erzielten Forschungsergebnisse sollen durch begutachtete Veröffentlichungen und Konferenzteilnahmen evaluiert werden. Des Weiteren erfolgt eine Diskussion der Forschungsergebnisse im Beirat.

## 7 Zu erwartende Ergebnisse und deren Dokumentation

[Benennung konkreter Ergebnisse]

Entwicklung eines "Baukastens" mit technischen, mathematischen, statistischen und wirtschaftlichen Teilmodellen die je nach vorliegendem Investitionsproblem zu einem sachgerechten und anwendbaren Investitionsbewertungsmodell für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien verknüpft werden können.

[Art und Weise des Transfers in die Arbeits- bzw. Unternehmenspraxis]

Die Forschungsergebnisse werden über

1. Veröffentlichungen
2. Konferenzbeiträge und Konferenzen
3. Präsentationen und Diskussionen im Beirat und bei Unternehmensbesuchen sowie
4. Lehrveranstaltungen der Hochschulen

---

<sup>24</sup> Vgl. Barchmann, C./Oettel, A. (2011), S. 50.

in die Arbeits- und Unternehmenspraxis transferiert.

Die Veröffentlichungen unter 1. betreffen im Wesentlichen abgeschlossene Promotionsarbeiten, Zeitschriftenbeiträge zu Teilergebnissen des Forschungsprojektes und zum Abschluss des Forschungsprojektes eine Zusammenfassung der entwickelten Investitionsbewertungsmethoden für die Energiewirtschaft in Buchform.

Die Konferenzbeiträge unter 2. sollen auf nationalen und internationalen Konferenzen zur Energiewirtschaft erfolgen (z. B. Konferenz erneuerbare Energie „ee11“ oder Konferenz "Optimierung in der Energiewirtschaft"). Zum Abschluss des Forschungsprojektes ist eine **Konferenz** am Standort Zittau zu "Investitionsentscheidungen in der Energiewirtschaft" geplant.

#### [Öffentlichkeitsarbeit]

Der Transfer der Forschungsergebnisse in die Arbeits- bzw. Unternehmenspraxis mit den Instrumenten unter 1. bis 4. dient zugleich der Öffentlichkeitsarbeit für das Forschungsprojekt.

Weiterhin sind die folgenden Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit geplant:

1. Informationen zum Forschungsprojekt in regionalen und überregionalen Tageszeitungen und Fachzeitschriften
2. Informationen zum Forschungsprojekt auf den Internetseiten der Hochschulen
3. Informationen zum Forschungsprojekt im Netzwerk der Antragsteller
4. Erstellung einer eigenen Internetseite für das Forschungsprojekt
5. Kennzeichnung des Forschungsprojektes mit einer Abkürzung mit Wiedererkennungscharakter: EEEE<sup>4</sup>
6. Erstellung eines Newsletters zum Forschungsprojekt und angrenzenden Themenbereichen<sup>7</sup>. **Öffentlichkeitsarbeit** über die **IHK Dresden** als Projektpartner im Beirat, so dass potentiell **90.000 Mitgliedsunternehmen** zum Forschungsprojekt informiert werden können<sup>25</sup>.

#### [Umweltwirkung]

Das Forschungsprojekt soll die sachgerechte Bewertung von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien ermöglichen und damit das Unterinvestitionsproblem in diesem Investitionsbereich beseitigen helfen. Aus einer Steigerung von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien ergeben sich positive Umweltauswirkungen, da zum einen eine Reduzierung des Energiebedarfs erfolgt und zum zweiten eine Ablösung von fossilen und umweltschädlichen Energieerzeugungsanlagen möglich wird. Unterstützt werden diese Aussagen u. a. von der im März 2010 veröffentlichten BMU Studie „Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt“<sup>26</sup>.

#### [Dokumentationsform der Ergebnisse]

Die oben genannten Veröffentlichungen, Konferenzbeiträge und Konferenzen ermöglichen eine Dokumentation der Forschungsergebnisse.

## **8 Nachhaltigkeit**

### [Aussagen zur Fortsetzung der Aktivitäten nach der Förderphase]

### [Gewährleistung der Nachnutzung einzelner Projektergebnisse]

---

<sup>25</sup> Vgl. [www.dresden.ihk.de](http://www.dresden.ihk.de).

<sup>26</sup> Vgl. BMU (2010a), S. 123 ff.

**Hinweis:** Beide Punkte zusammen dargestellt.

Wie im Abschnitt 1.4 dargestellt wurde, stellt der Umbau des Energiesystems zu einem höheren Grad an Energieeffizienz und erneuerbaren Energien eine **Generationenaufgabe** dar. Die **Langfristigkeit** und andauernde **Aktualität** des Themas erlauben daher grundsätzlich eine nachhaltige Nutzung der Forschungsergebnisse nach der Förderphase und dem Projektende. Für die **Nachwuchsforscher** bedeutet dieser Umstand gleichzeitig, dass für ihr hohes respektive flexibel einsetzbares Qualifikationsniveau eine langfristige Nachfrage existieren wird.

Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen zur Nachnutzung der Forschungsergebnisse geplant:

1. Die Veröffentlichungen werden in Form eines Buches zusammengefasst, das aufgrund aktueller Entwicklungen im Bereich von Energieeffizienz und erneuerbare Energien in neuen Auflagen aktualisiert wird.
2. Alternativ zu 1. wird die Konzeption einer Loseblattsammlung zum Thema geprüft, die eine schnelle Aktualisierung erlaubt und durch den Verkauf von Nachlieferungen u. U. planbarere Umsatzerlöse erwarten lässt.
3. Die Forschungsergebnisse sollen in einen Studiengang bzw. ein Studienmodul "Investitionsbewertung in der Energiewirtschaft" übernommen werden. Je nach Nachfrage kann hier ein kommerzielles Angebot erfolgen.
4. Die Konferenz "Investitionsbewertung in der Energiewirtschaft" soll wiederholt durchgeführt werden.
5. Über das während der Projektlaufzeit aufgebaute Netzwerk zu Unternehmen sollen Beratungsprojekte zur Investitionsbewertung in der Energiewirtschaft akquiriert werden.
6. Konzeption und Einwerbung von Finanzmitteln für einen Energiefonds mit dem Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz finanziert werden können.

Ziel aller Maßnahmen der Nachnutzung ist es, eine **Finanzierung** für bisherige und zukünftige **Projektmitarbeiter** auch **nach der Förderphase** zu erreichen.

## 9 Kompetenz des Antragstellers/der Projektmitarbeiter

### [Anforderungen an Mitarbeiterqualifikationen]

1. Hochschulabschluss Mathematik/Statistik und verwandte Gebiete speziell für die Bearbeitung des Teilgebietes "Mathematische und statistische Modelle"
2. Hochschulabschluss Energietechnik und verwandte Gebiete speziell für die Bearbeitung des Teilgebietes "Technische Modelle"
3. Hochschulabschluss Wirtschaftsingenieurwesen/Betriebswirtschaftslehre und verwandte Gebiete speziell für die Bearbeitung des Teilgebietes "Wirtschaftliche Modelle" und "Investitionsbewertung"

Alle Mitarbeiter und speziell Mitarbeiter unter Nr. 3 sollten über Erfahrungen in der Anwendung von Softwarepaketen zur mathematischen Optimierung und statistischen Erstellung von Zeitreihenprognosen verfügen. Alle Mitarbeiter sollten in der Lage sein interdisziplinär über ihre Teilgebiete hinaus zu arbeiten. Da die Promotion der Mitarbeiter ein Ziel des Projektes ist, muss eine Promotionsfähigkeit der Mitarbeiter vorliegen.

### [Anzahl und Beschreibung der notwendigen Stellen (nach TV-L/TVÜ-Länder)]

Für die Stellen ist eine Eingruppierung in TV-L E13 mit den Stufen 1 - 3 vorgesehen. Die konkrete Eingruppierung ergibt dann aus der persönlichen Qualifikation und den sonstigen Voraussetzungen der einzustellenden Personen.

### [Referenzen]

Die Antragsteller verfügen als Referenzen u. a. über umfangreiche Veröffentlichungen in den Themenfeldern des Forschungsprojektes. Diese und weitere Referenzen sind im **Anhang** angeführt.

## 10 Gesamtkosten, Fördersumme, Eigenanteil

Aufgrund heutiger Abschätzungen ergibt sich die folgende Aufstellung und Begründung der Gesamtkosten des Projektes:

<p><u>Personalkosten</u> Es wurde für die Mitarbeiter mit einem Gehalt entsprechend TV-L E 13 für wissenschaftliche Mitarbeiter mit abgeschlossener wissenschaftlicher Ausbildung gerechnet. Es wurden die Stufen 1 bis 3 auf die Mitarbeiter verteilt angenommen.</p>	279.114,04 €														
<p><u>Software Lizenzen</u> Aufgrund der notwendigen statistischen Analysen die einem Großteil der Modelle inhärent ist, ist die Nutzung professioneller statistischer und mathematischer Software mit den entsprechenden Modulen erforderlich. Ähnliches gilt für die Anwendung und Weiterentwicklung von Modellen des Operations Research mit den Fokus auf Optimierungsprobleme, wobei hierfür die Software GAMS (General Algebraic Modeling System) und deren Solver zum Einsatz kommen.</p> <table data-bbox="288 779 965 943"> <tr> <td>SAS Analytics Pro</td> <td>3.870,00 €</td> </tr> <tr> <td>SAS / ETS</td> <td>1.310,00 €</td> </tr> <tr> <td>Excel Premium Solver Platform</td> <td>8.190,00 €</td> </tr> <tr> <td>GAMS (inkl. Solver)</td> <td>23.296,00 €</td> </tr> <tr> <td>MATLAB</td> <td>97.000,00 €</td> </tr> </table>	SAS Analytics Pro	3.870,00 €	SAS / ETS	1.310,00 €	Excel Premium Solver Platform	8.190,00 €	GAMS (inkl. Solver)	23.296,00 €	MATLAB	97.000,00 €	133.666,00 €				
SAS Analytics Pro	3.870,00 €														
SAS / ETS	1.310,00 €														
Excel Premium Solver Platform	8.190,00 €														
GAMS (inkl. Solver)	23.296,00 €														
MATLAB	97.000,00 €														
<p><u>Hardware</u> Für die Modellierung und Umsetzung der bestehenden und zu entwickelnden Modelle ist die Ausstattung der Mitarbeiter mit leistungsfähiger Rechen-technik notwendig. Um eine individuelle Arbeitsweise zu gewährleisten, werden den Mitarbeitern jeweils ein Notebook-PC angeschafft, welcher dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Um eine effiziente Nutzung der oben genannten Software sicherstellen zu können, ist ein Notebook mit den Leistungseigenschaften einer Workstation erforderlich. Aus heutiger Sicht erfüllt das Fujitsu CELSIUS H700 W7P64 diese Eigenschaften (Kosten aus heutiger Sicht 3 x 2.559 EUR)</p>	7.677,00 €														
<p><u>Internetauftritt (pauschal)</u> Die Ausgaben für den Internetauftritt teilen sich in zwei Bereiche. (1) Es muss die Internetseite erstellt und eingerichtet und im Nachgang (2) gepflegt werden.</p>	5.000,00 €														
<p><u>Reisekosten</u> Die Reisekosten werden geschätzt mit dem Hintergrund einer zweijährigen Projektlaufzeit, drei Mitarbeitern und der verantwortlichen Projekt- und Teilprojektverantwortlichen (2 nationale und internationale Konferenzteilnahmen pro Jahr und pro Person mit jeweils 1.000 EUR pro Teilnahme, 6 Unternehmensbesuche pro Person und pro Jahr mit jeweils 200 EUR pro Besuch)</p>	38.400,00 €														
<p><u>Konferenz (Investitionsentscheidungen in der Energiewirtschaft)</u></p> <table data-bbox="288 1688 1061 1921"> <tr> <td>Referenten/Reisekosten</td> <td>4.500,00 €</td> </tr> <tr> <td>Druckkosten Tagungsband</td> <td>1.600,00 €</td> </tr> <tr> <td>Tagungsbüro</td> <td>300,00 €</td> </tr> <tr> <td>Ausgestaltung der Tagungsräume, Tagungsgetränke</td> <td>1.200,00 €</td> </tr> <tr> <td>Dolmetscherleistungen</td> <td>1.500,00 €</td> </tr> <tr> <td>Empfang</td> <td>800,00 €</td> </tr> <tr> <td>Exkursion</td> <td>400,00 €</td> </tr> </table>	Referenten/Reisekosten	4.500,00 €	Druckkosten Tagungsband	1.600,00 €	Tagungsbüro	300,00 €	Ausgestaltung der Tagungsräume, Tagungsgetränke	1.200,00 €	Dolmetscherleistungen	1.500,00 €	Empfang	800,00 €	Exkursion	400,00 €	10.300,00 €
Referenten/Reisekosten	4.500,00 €														
Druckkosten Tagungsband	1.600,00 €														
Tagungsbüro	300,00 €														
Ausgestaltung der Tagungsräume, Tagungsgetränke	1.200,00 €														
Dolmetscherleistungen	1.500,00 €														
Empfang	800,00 €														
Exkursion	400,00 €														
<p><u>Literatur</u> Die Literaturkosten werden geschätzt mit dem Hintergrund einer zweijährigen Projektlaufzeit, drei Mitarbeitern und der verantwortlichen Projekt- und Teilprojektverantwortlichen (ca. 12 Bücher pro Person und pro Jahr a 50</p>	7.200,00 €														

EUR)	
<u>Stellenausschreibung</u> (pauschal)	2.000,00 €
<u>Veröffentlichungen</u> (pauschal) Im Rahmen von kostenpflichtigen Publikationen, wird eine Pauschale berücksichtigt.	5.000,00 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b>488.357,04 €</b>

Der Hauptkostenanteil umfasst die Personalkosten für die drei Projektmitarbeiter. Die Notwendigkeit zur Beschäftigung von drei Projektmitarbeitern ergibt sich aus der Bearbeitung der drei Themenbereiche (siehe zu Einzelheiten Abschnitt 6):

Technische Modelle	Mathematische u. statistische Modelle	Wirtschaftliche Modelle
1 Projektmitarbeiter	1 Projektmitarbeiter	1 Projektmitarbeiter

Wie im Abschnitt 6 dargestellt wurde, ist die Bearbeitung der einzelnen Themenbereiche (Teilmodelle) sehr umfangreich, so dass zunächst eine Bearbeitung durch einzelne Projektmitarbeiter erforderlich ist, bevor eine Zusammenführung der Teilmodelle im "Baukasten" des Investitionsbewertungsmodells erfolgen kann.

Für die Posten mit dem Vermerk „pauschal“ können gegenwärtig keinen genauen Kosten angegeben werden. Dies ist vor allem den Umständen einer auftragsbezogenen Angebotsabgabe durch die Anbieter und dem sich stetig ändernden Stand der Technik geschuldet. Die Höhe der Positionen richtet sich jedoch an deren gegenwärtigen Kostenniveau.

Im Abschnitt 5 Punkt E) wurde dargelegt, dass die Beschränkung der Projektlaufzeit bis zum 31.12.2013 zu einer Beschränkung des Forschungsumfangs führt. Wäre eine **Projektverlängerung** z. B. um ein Jahr möglich, dann würden sich im Wesentlichen die folgenden Kosten erhöhungen ergeben:

<u>Personalkosten</u>	+ 149.236,88 €
<u>Reisekosten</u>	+ 19.200,00 €
<u>Literatur</u>	+ 3.600,00 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b>+ 172.036,88 €</b>

Die Gesamtkosten bei Projektverlängerung belaufen sich dann auf **660.393,92 EUR**.

## 11 Sonstiges

### [Kooperationsvereinbarungen mit anderen Partnern]

Zwischen der Hochschule Zittau / Görlitz und dem Internationalen Hochschulinstitut Zittau wurde eine Kooperationsvereinbarung abgeschlossen. Die im Beirat teilnehmenden Unternehmen haben ihre Mitarbeit in Interessensbekundungen (Letter of Interest, LoI) schriftlich niedergelegt.

## Quellenverzeichnis

- Barchmann, C./Oettel, A. (2011): Energieverbrauch in den Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes, des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden 1991 bis 2009. In: Statistik in Sachsen, Jahrgang 17 - 1/2011, S. 43 -51.
- Baumgarten, H. u. a. (2006): Berufsbilduntersuchung Wirtschaftsingenieurwesen. in: Technologie & Management 9-10/2006, 2006, S. 26 - 27.
- Bhattacharya, A. u. a. (2010): Power sector investment risk and renewable energy: A Japanese case study using portfolio risk optimization method, in Energy Policy, zunächst elektronische Veröffentlichung unter DOI (Digital Object Identifier) 10.1016/j.enpol.2010.09.031.
- BMU (2010a): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2010.
- BMU (2010b): Erneuerbar beschäftigt! Kurz- und langfristige Arbeitsplatzwirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), September 2010. BMU (2011): Energie-Statistik, Pressemitteilung Nr. 039/11 vom 16.03.2011.
- Buijs, P. u. a. (2011): Transmission investment problems in Europe: Going beyond standard solutions, in: Energy Policy, Vol. 39, 2011, S. 1794 - 1801.
- de T'Serclaes, P. (2010): Money Matters, Mitigating risk to spark private investments in energy efficiency, Paris: OECD/IEA, 2010.
- Dicorato, M. u. a. (2011): Guidelines for assessment of investment cost for offshore wind generation, in: Renewable Energy, Vol. 36, 2011, S.2043 - 2051.
- Ding, Jinxu u.a. (2010): A long-term investment planning model for mixed energy infrastructure integrated with renewable energy, in: Green Technology Conference 2010 IEEE, 978-1-4244-5275-0/10
- Fraunhofer ISI/DIW Berlin/DLR/gws/ZSW (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Studie im Auftrag des BMU, Osnabrück/Karlsruhe/Stuttgart, Februar 2011.
- Gotzes, U. u.a. (2008): Verteilte Erzeugung im liberalisiertem Energiemarkt – Analysen von Investitionsentscheidungen, in: Innovative Modellierung und Optimierung von Energiesystemen, LIT Verlag, Münster u.a. (2008)
- Gross, R. u. a. (2009): Risks, revenues and investment in electricity generation: Why policy needs to look beyond costs, in: Energy Economics, Vol. 32, 2010, S. 796 - 804.
- Guéret, T. (2005): International Energy Technology Collaboration and Climate Change Mitigation, Case Study 3: Appliance Energy Efficiency, Paris: OECD/IEA, 2005.
- Hasani, M. u. a. (2010): Dynamic assessment of capacity investment in electricity market considering complementary capacity mechanisms, in: Energy, Vol. 36, 2011, S.277 - 293.
- Hasani-Marzooni, M. u. a. (2011): Dynamic model for market-based capacity investment decision considering stochastic characteristic of wind power, in: Renewable Energy, Vol. 36, issue 8, August 2011, S. 2205 - 2219.
- Hau, Erich (2008): Windkraftanlagen – Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, 4. Auflage, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg
- Jackson, J. (2010): Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools, in: Energy Policy, 38. Jg., 2010, S. 3865 - 3873.

- Karlsson, K.u. a. (2008): Optimal investment paths for future renewable based energy systems - Using the optimisation model Balmorel, in: International Association for Hydrogen Energy, Vol. 33, 2008, S. 1777 - 1787.
- Mills, E. u. a. (2006): From volatility to value: analysing and managing financial and performance risk in energy savings projects, in: Energy Policy, 34 Jg., 2006, S. 188 - 199.
- Müller, E. u. a. (2009): Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben, Berlin/Heidelberg: Springer, 2009.
- Pehnt, M. (2010): Energieeffizienz, Berlin/Heidelberg: Springer, 2010.
- Thamling, N./Seefeldt, F./Glöckner, U. (2010): Rolle und Bedeutung von Energieeffizienz und Energiedienstleistungen in KMU, Berlin: Prognos AG, 2010.
- Uurbey, W. u. a. (2009): Investment Assessment in Co-generation with Biomass in the Presence of Uncertainty and Flexibility, in: IEEE Bucharest Power Tech Conference, June 28th - July 2nd, IEEE, 2009).
- VEE Sachsen (2010): Erfassung der Beschäftigungs- und Umsatzentwicklungen durch die Nutzung Erneuerbarer Energien im Freistaat Sachsen für das Jahr 2009 und Prognose bis 2012, Vereinigung zur Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien.
- Weber, Christoph u. a. (2006): Valuation of CHP power plant portfolios using recursive stochastic optimization, in: 9th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems KTH, Stockholm, Schweden, 2006.

**Links zu den Daten der statistischen Landesämter (Stand: 15.07.2011):**

- [http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/UmweltVerkehr/Landesdaten/EV\\_WZ2003\\_0000.asp](http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/UmweltVerkehr/Landesdaten/EV_WZ2003_0000.asp)
- <https://www.statistik.bayern.de/statistik/energie/>
- <http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/BasisZeitreiheGrafik/Bas-UGR.asp?Ptyp=300&Sageb=86000&creg=BBB&anzwer=2>
- [http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/statistiken/statistik\\_sb.asp?sageb=49000&PTyp=700&creg=BB&anzwer=0&bok=1&bbok=1](http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/statistiken/statistik_sb.asp?sageb=49000&PTyp=700&creg=BB&anzwer=0&bok=1&bbok=1)
- <http://www.statistik.bremen.de/sixcms/detail.php?gsid=bremen65.c.1914.de>
- <http://www.statistik-nord.de/daten/verkehr-umwelt-und-energie/energie/dokumentenansicht/173/produkte-1/>
- <http://www.statistik-hessen.de/themenauswahl/industrie-bau-handwerk-energie/landesdaten/energieversorgung/energieverbrauch-verarbeitendes-gewerbe/index.html>
- [http://www.lskn.niedersachsen.de/live/live.php?&article\\_id=87638&navigation\\_id=25703&psmand=40](http://www.lskn.niedersachsen.de/live/live.php?&article_id=87638&navigation_id=25703&psmand=40)
- <http://www.it.nrw.de/statistik/h/daten/eckdaten/r322energie.html>
- [http://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/berichte/E4083\\_200900\\_1j\\_K.pdf](http://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/berichte/E4083_200900_1j_K.pdf)
- [http://www.statistik.sachsen-anhalt.de/Internet/Home/Daten\\_und\\_Fakten/4/43/435/43531/Energieverbrauch\\_der\\_Industriebetriebe\\_1\\_in\\_Sachsen-Anhalt\\_nach\\_ausgewaehlten\\_Energietraegern\\_und\\_wirtschaftlicher\\_Gliederung\\_2008\\_2\\_.html](http://www.statistik.sachsen-anhalt.de/Internet/Home/Daten_und_Fakten/4/43/435/43531/Energieverbrauch_der_Industriebetriebe_1_in_Sachsen-Anhalt_nach_ausgewaehlten_Energietraegern_und_wirtschaftlicher_Gliederung_2008_2_.html)
- <http://www.statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=ld000604%7C%7C>

## Anhang

### Prof. Dr. rer. pol. habil. Thomas Muche

- Muche, T. (2010): Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit, Habilitationsschrift, Internationales Hochschulinstitut Zittau, 2010.
- Eckert, S. / Dittfeld, M. / Muche, T. / Rässler, S. (2010), Does multinationality lead to value enhancement? An empirical examination of publicly listed corporations from Germany, in: International Business Review, zunächst elektronische Veröffentlichung unter DOI (Digital Object Identifier) 10.1016/j.ibusrev.2010.04.001.
- Muche, T. (2009): A Real Option-based Simulation Model to Evaluate Investments in Pump Storage Plants, in: Energy Policy 37. Jg., 2009, S. 4851 - 4862.
- Muche, T. (2008): Bewertungsannahmen und Bewertungstransparenz in der Unternehmens- und Investitionsbewertung mit durchschnittlichen Kapitalkosten, in: Die Betriebswirtschaft, 68. Jg., Heft 6, 2008, S. 746 - 750.
- Muche, T. (2008): Unternehmens- und Investitionsbewertung mit durchschnittlichen Kapitalkosten unter Berücksichtigung von persönlichen Steuern und Verlusten, in: Die Betriebswirtschaft, 68. Jg., Heft 1, 2008, S. 67 - 84.
- Eckert, S. / Dittfeld, M. / Muche, T. / Rässler, S. (2008), The Valuation Impact of Multinationality: An Empirical Examination for German Firms between 1990 to 2006, Working Paper, Conference Proceedings of the European International Business Academy (EIBA) Conference, Talinn, 12. - 13. Dezember 2008.
- Muche, T. (2009): Investitionsbewertung eines Biomassekraftwerks, in: Das Wirtschaftsstudium, 38. Jg., Heft 6, 2009, S. 836 - 839.
- Muche, T. (2008): Investitionsplanung unter Verwendung von Kapitalmarkt- und Jahresabschlussdaten, in: Müller, D. (Hrsg.): Controlling in und für KMU, München: Oldenbourg, 2008, S. 446 - 475.
- Muche, T. (2007): Investitionsbewertung in der Elektrizitätswirtschaft mit dem Realoptionsansatz, in: Zeitschrift für Energiewirtschaft, 31. Jg., Heft 2, 2007, S. 137 - 153.
- Muche, T. (2007): Wertsteigerungsanalyse für Energieversorgungsunternehmen, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 57. Jg., 2007, S. 12 - 17.
- Muche, T. (2010): Experimentelle Märkte als Prognoseinstrument, Internationales Hochschulinstitut Zittau, 20.05.2010.
- Muche, T. (2010): Kapitalmarktorientierte Kapitalkosten, Internationales Hochschulinstitut Zittau, 20.05.2010.
- Muche, T. (2009): Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit, Internationales Hochschulinstitut Zittau, 21.04.2009.
- Eckert, S. / Dittfeld, M. / Muche, T. / Rässler, S. (2008), The Valuation Impact of Multinationality: An Empirical Examination for German Firms between 1990 to 2006, Working Paper, Conference Proceedings of the European International Business Academy (EIBA) Conference, Talinn, 12. - 13.12.2008.
- Muche, T. (2011): Daily and weekly operation of pump storage plants, Arbeitspapier.
- Aufgrund der internationalen Forschungsleistungen wurde Herr Muche im Jahr 2009 bzw. 2011 als **Gutachter** im Doppelt-Blind-Begutachtungsverfahren für die internationalen englischsprachigen Zeitschriften "**Energy Policy**" bzw. "**Energy Economics**" berufen.

Herr Muche hat mehrere **Drittmittelprojekte** im Bereich der Investitionsbewertung in der Energiewirtschaft u. a. mit den Praxispartnern Vattenfall Europe AG und E.ON AG durchgeführt.

**Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke**

- Zschunke, T. / Schüßler, I. / Treppe, K. / Bräkow, D. (2010): Ergebnisse von Kurztests an Biomassevergasungsanlagen in Deutschland, Beitrag während der 4. Internationalen Anwenderkonferenz für Biomassevergasung, Stuttgart 2/2010.
- Zschunke, T. / Schüßler, I. / Bräkow, D. / Treppe, K. / Salomo, B. (2010): BHKW-Vergaser-Technologie - Stand kleintechnischer Vergaser-BHKW-Anlagen in Deutschland, EURO Heat & Power Report Blockheizkraftwerke, S. 18 - 21, 2010.
- Zschunke, T. / Schüßler, I./Polster, A. (2006): Bilanzierung von Vergasungsanlagen am Beispiel einer kleinen Holzverstromungsanlage, DGMK Tagungsbericht, Velen 2006.
- Zschunke, T. / Bräkow, D. (2006): Vergaser für Biomasse-BHKW - dezentrale Anlagenentwicklung, Vortrag auf der ENERTEC Leipzig, 2007.
- Zschunke, T. / Bräkow, D. / Schüßler, I. (2007): Praxiserfahrungen mit Vergaser-BHKW, Vortrag während der Internationalen Fachtagung Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Freiberg 2007.
- Bräkow, D. / Oettel, E. / Zschunke, T. (2010): Zur Entwicklung der thermochemischen Vergasung von Biomasse zum Zwecke der Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland in den Jahren 2008/2009, Beitrag zur DGMK - Fachbereichstagung „Konversion von Biomasse“, Gelsenkirchen 5/2010.
- Schüßler, I. / Bräkow, D. / Treppe, K. / Zschunke, T. / Salomo, B. (2009): Investigation of Small Wood Gas CHP Systems of Several Developers. Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition. From Research to Industry and Markets; Hamburg 2009.
- Schmersahl, R. / Zeymer, M. / Klemm, M. / Schüßler, I. / Zschunke, T. / Tepper, H. / A. Herrmann / Volz, F. / Garderer, M. (2010): Bundesmessprogramm zur Weiterentwicklung kleintechnischer Biomassevergasers. DGMK Tagungsbericht 2010-2 „Konversion von Biomassen“, 10.-12. Mai 2010 Gelsenkirchen, S. 315 - 322.
- Schebek, L. /\_Ciroth, A. / Döpmeier, C. / Eltrop, L. / Simon, S. / Viebahn, P. / Wagner, H.-J. / Zschunke, T. (2010): Life Cycle Inventories for bioenergy: a German database for policy support (in Vorbereitung, 2010).
- Zschunke, T. / Polster, A. / Klöden, W. / Böhning, D. / Klemm, M. (2007): Brenngaserzeugung aus Biomasse für die Wärme- und Stromerzeugung, Sonderheft Energie der Wissenschaftlichen Zeitschrift der TU Dresden, 2007.
- Zschunke, T. (2011): KWK auf Basis Holzvergasung, 15. Fachkongress Zukunftsenergien, Forum Kraft-Wärme-Kopplung, Essen, 08.02.2011 (eingeladener Vortrag).
- Zschunke, T. / Bräkow, D. (2010): Zu Anwendungsmöglichkeiten der Holzvergasung in Bio-EnergieRegionen, Fachtagung Nachhaltige Biokraftstoffe. Cluster Energieforschung NRW Gelsenkirchen, 28.10.2010 (eingeladener Vortrag).
- Zschunke, T. / Bräkow, D. / Schüßler, I. / Schneider, R. / Salomo, B. (2010): Stand der Biomassevergasung im kleinen und mittleren Leistungsbereich zur dezentralen Energieversorgung - Perspektiven und Herausforderungen, Tagung Holzenergie des Bundesverbandes Bioenergie, Augsburg 07.10.2010, (eingeladener Vortrag).

Zschunke, T. / Bräkow, D. / Salomo, B. (2008): Äpfel und Birnen der Energietechnik vergleichen: Substitutionseffektanalyse (SEA) Tagungsband Energetische Nutzung von Biomassen – Velen VIII, 2008.

Zschunke, T. / Bräkow, D. / Salomo, B. (2008): Teilprojekt Prozessanalyse im Verbundprojekt DENDROM. in: Murach, D. / Knur, L. / Schulze, M. (Hrsg.): „DENDROM – Zukunftrohstoff Dendromasse - Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die nachhaltige energetische und stoffliche Verwertung von Dendromasse aus Wald- und

Herr Zschunke ist als Berater in der Arbeitsgruppe Vergasung von Biomasse der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. (FEE) tätig und arbeitet an deren jährlicher Einschätzung zum Stand der thermochemischen Vergasung von Biomasse in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung im Zuge der Fachtagungen „Kleine und mittlere Holzvergasung“ während der RENEXPO® in Augsburg mit. Herr Zschunke ist Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der „Internationalen Anwenderkonferenz für Biomassevergasung“ im Zuge der CEP – CLEAN ENERGY & PASSIVE HOUSE® in Stuttgart.

#### **Univ.-Prof. rer. pol. habil. Torsten Claus**

Hanfeld, M. / Claus, T. / Azizi Ghanbari, S. (2010): Ein dynamisches Entscheidungsmodell für ausgewählte Probleme in der Logistik. In: GrKG(H), Heft 4/2010. S. 177-187.

Hanfeld, M. / Claus, T. (2010): Ein dynamisches Planungsverfahren für die Bewirtschaftung von Speichern unter Unsicherheit; In: Claus, T. / Herrmann, F.: Simulation in Produktion und Logistik; Fachgruppe Simulation als betriebliche Entscheidungshilfe; Proceedings zum 11. Symposium; 14. ASIM Fachtagung „Simulation in Produktion und Logistik“; Regensburg/Zittau 2010. S. 4-24.

Claus, T. (1996): Objektorientierte Simulation und genetische Algorithmen und zur Produktionsplanung und -steuerung, Frankfurt a . M., 1996.

Claus, T. (1991): Schätz- und Testprozeduren für das verallgemeinerte Regressionsmodell STAROS, Beitrag Nr. 25, Institut für Empirische Wirtschaftsforschung, Universität Osnabrück, 1991.