

Institut für Energie- und Umwelttechnik
e.V., Duisburg

Name der Forschungsstelle

13311 N/2

AiF-Vorhaben-Nr.

1. 5. 2002 bis 30. 6. 2004

Bewilligungszeitraum

Abschlussbericht

(Forschungsstelle 1 von 2)

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



geförderten Forschungsvorhaben

Forschungsthema :

Entwicklung eines nachhaltig organisierten, internetbasierten Serversystems zur
Bereitstellung und halbautomatischen Aktualisierung validierter energietechnischer
Kostenfunktionen

Duisburg, 13.09.04

Ort, Datum

Unterschrift des Projektleiters

Abschlussbericht
(Forschungsstelle 2 von 2)

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



geförderten Forschungsvorhaben

Forschungsthema :

Entwicklung eines nachhaltig organisierten, internetbasierten Serversystems zur Bereitstellung und halbautomatischen Aktualisierung validierter energietechnischer Kostenfunktionen

Aachen, den 25.08.2004

Ort, Datum



Unterschrift des Projektleiters

Dokumentationsblatt

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



geförderten Forschungsvorhaben

Umwelttechnik
AiF-Mitgliedsvereinigung (MV)

13311 N/2
AiF- Vorhaben-Nr. / GAG

74.3
Wirtschaftszweig (WZ)

1. 5. 2002 bis 30. 6. 2004
Bewilligungszeitraum

98
Aktenzeichen der MV

374.350,00 €
Gesamtzufwendung

Forschungsstelle(n) :

- (1) Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)
- (2) Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT)

Forschungsthema :

Entwicklung eines nachhaltig organisierten, internetbasierten Serversystems zur Bereitstellung und halbautomatischen Aktualisierung validierter energietechnischer Kostenfunktionen

Erzielte Ergebnisse und deren Anwendungsmöglichkeiten :

siehe nächste Seite

Erzielte Ergebnisse und deren Anwendungsmöglichkeiten :

Zunächst wurde ein sehr einfacher Prototyp eines Kostenfunktionsservers (KF-Servers) auf der Basis existierender, vom IUTA eingebrachter Funktionen und einfach verfügbarer Datenbestände aufgebaut und dem projektbegleitenden Ausschuss vorgestellt. Dieser konnte direkt über das Internet genutzt und in seinem Aufbau verfolgt werden. Nach Diskussion und Absprachen mit den Teilnehmern wurde der KF-Server in Schritten weiter ausgebaut, bis nun zum Schluss des Projekts die vorgesehene Funktionalität in der gesamten Bandbreite zur Verfügung steht. Das Konzept ist praktisch auf beliebige weitere Module erweiterbar, so dass die derzeit realisierte Ausbaustufe keine Begrenzung der Angebotspalette darstellt.

Während der Projektlaufzeit wurden Details der Zielsetzung in Absprache mit dem projektbegleitenden Ausschuss geändert, um hierdurch den Anforderungen der Praxis besser gerecht werden zu können. So wurden ursprünglich nicht vorgesehene, aber für den Nutzerkreis interessante Module (Pumpen, Kompressoren) in die Kostenfunktionsbereitstellung aufgenommen, während die ursprünglich geplanten Solarkollektorsysteme nicht mehr während der Projektlaufzeit realisiert wurden. Des Weiteren wurden Betriebskostenabschätzungen auf der Basis von Herstellerangaben integriert, wohingegen die zunächst vorgesehenen Exportmodule zur Einbindung der Kostenfunktionen selbst in eigene Berechnungsprogramme der Nutzer in der Projektlaufzeit nicht realisiert wurden. Auch die Unterstützung des Fachbetreuers wurde leicht eingeschränkt, weil sich durch die Verschiebung der funktionalen Zielsetzungen dessen Aufwand bei der Pflege verringert hat.

Da sich der Server nach Projektabschluss finanziell selber tragen können soll, wurde ein hierfür erforderliches Abrechnungssystem konzipiert und implementiert, das mit verschiedenen Kostenstellungsmodellen unterschiedliche Nutzerprofile befriedigt. Generell wurde Wert auf die Umsetzung eines Vorabzahlungsverfahrens in Anlehnung an das Prepaid-System der Mobilfunkbetreiber gelegt, um die Notwendigkeit späterer Mahnverfahren und damit den Betriebsaufwand zu minimieren.

Nach weitgehender Fertigstellung des Servers wurde dieser in verschiedenen Fachorganen kurz vorgestellt bzw. angekündigt. Hierauf hin haben sich die ersten externen Nutzer eingefunden, die - analog zu den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses - durchweg positive Rückmeldungen zum realisierten System gaben. Mitte August 2004 haben sich neben den Entwicklern und den Teilnehmern des projektbegleitenden Ausschusses 40 industrielle Nutzer, 23 Vertreter aus Forschung und Lehre und 10 private Interessenten als Nutzer angemeldet. Die durchschnittliche Anzahl der Besuche pro Tag steigt kontinuierlich an und liegt derzeit bei 20. Man kann somit feststellen, dass der noch sehr junge Serverdienst bereits jetzt seine Interessenten findet.

Der Server ist wie folgt zu erreichen: <http://kfserver.kaiserstadt.de>

Insgesamt kann konstatiert werden: Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Fragebogen zur Einschätzung der erzielten Forschungsergebnisse

- | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | ja | zum Teil | nein | |
| 1. Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Die Bedeutung der Ergebnisse ist folgendermaßen einzuschätzen : | hoch | mittel | gering | z.Zt. nicht absehbar |
| • wissenschaftlich-technischer Nutzen | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • wirtschaftlicher Nutzen für kmU | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Die Ergebnisse liefern einen innovativen Beitrag | | | | |
| • zu einem neuen Produkt | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| • zur Weiterentwicklung eines Produkts | <input type="checkbox"/> | | | |
| • zu einem neuen Verfahren | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| • zur Weiterentwicklung eines Verfahrens | <input type="checkbox"/> | | | |
| 4. Eine industrielle Anwendung der Ergebnisse ist realisiert | ja | demnächst | nein | z.Zt. nicht absehbar |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Eine weiterführende FuE kann in < 3 Jahren zur Innovation (z.B. Pilotanwendung) führen | ja | vielleicht | nein | z.Zt. nicht absehbar |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6. Zuordnung der erzielten Forschungsergebnisse zu Fachgebieten gemäß Anlage 1 | | | | |
| 7. Zuordnung der erzielten Forschungsergebnisse zu Wirtschaftszweigen gemäß Anlage 2 | | | | |
| | ja | demnächst | nein | |
| 8. Die Ergebnisse wurden in einer der entsprechend Abschnitt 3.6 des AiF-Leitfadens zulässigen Formen veröffentlicht | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Duisburg, 13.09.2004

Ort, Datum

Verein zur Förderung
 der Energie- und
 Umwelttechnik e.V. (VEU)
 Biersheimer Straße 60
 41227 Duisburg

der AiF-Mitgliedsvereinigung (MV)
 - Erstzuwendungsempfänger -

oder

Unterschrift mit Stempelabdruck

des Leiters der Forschungsstelle (FSt)
 - Letztzuwendungsempfänger -

Ort, Datum

Zuordnung der erzielten Forschungsergebnisse zu Fachgebieten

(Anlage 1 des Fragebogens zur Einschätzung der erzielten Forschungsergebnisse)

Fachgebiete	Hauptsächliche Nutzung	Nutzung auch möglich
Rohstoffe		
Werkstoffe, Materialien		
Chemie		X
Verfahrenstechnik		X
Lebensmitteltechnik, Bio-, Gentechnik		X
Mikrobiologie, Hygiene		
Umwelttechnik		X
Konstruktion		X
Produktion	X	
Elektrotechnik, Mikrosystemtechnik, Medizintechnik		
Meß-, Regel-, Automatisierungstechnik		
Informations- und Kommunikationstechnik	X	
Betriebswirtschaft, Organisation	X	

Name der Forschungsstelle

AiF-Vorhaben-Nr. / GAG

1. 5. 2002 bis 30. 6. 2004

Bewilligungszeitraum

Zuordnung der erzielten Forschungsergebnisse zu Wirtschaftszweigen

(Anlage 2 des Fragebogens zur Einschätzung der erzielten Forschungsergebnisse)

Wirtschaftszweige		Hauptsächliche Nutzung	Nutzung auch möglich
Abteilung	Kurzname		
10	Kohlenbergbau und Torfgewinnung		
15	Ernährungsgewerbe		X
17/18	Textil- und Bekleidungsgewerbe		X
19	Ledergewerbe		X
20	Holzgewerbe		X
21/22	Papier-, Verlags- und Druckgewerbe		X
23	Kokerei, Mineralölverarbeitung, Spalt- und Brutstoffe		
24	Chemische Industrie		X
25	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren		X
26	Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden		X
27/28	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen		X
29	Maschinenbau	X	
30/31/ 32/33	Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte, Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik		X
34/35	Fahrzeugbau		X
36	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte u.sonstige Erzeugnisse		X
40/41	Energie- und Wasserversorgung	X	
45	Baugewerbe	X	
60	Landverkehr, Transport		
72/74	Erbringung von Dienstleistungen überwiegend für Unternehmen	X	

1 Zusammenfassung

Ziel des Projekts war die Entwicklung und der Betrieb eines weitgehend autonom agierenden, internetgestützten Serversystems für energietechnisch relevante Kostenfunktionen, die eine sehr frühzeitige und kostengünstige Bewertung konkurrierender Energieversorgungskonzepte erlauben. Die Konzeption und Organisation dieses Serversystems war so zu gestalten, dass durch Aktivierung des Eigeninteresses bei Nachfragern und Anbietern von Kostendaten eine nachhaltige Aktualisierungssystematik aufgebaut wird.

Zunächst wurde ein sehr einfacher Prototyp eines Kostenfunktionsservers (KF-Servers) auf der Basis existierender, vom IUTA eingebrachter Funktionen und einfach verfügbarer Datenbestände aufgebaut und dem projektbegleitenden Ausschuss vorgestellt. Dieser konnte direkt über das Internet genutzt und in seinem Aufbau verfolgt werden. Nach Diskussion und Absprachen mit den Teilnehmern wurde der KF-Server in Schritten weiter ausgebaut, bis nun zum Schluss des Projekts die vorgesehene Funktionalität in der gesamten Bandbreite zur Verfügung steht. Das Konzept ist praktisch auf beliebige weitere Module erweiterbar, so dass die derzeit realisierte Ausbaustufe keine Begrenzung der Angebotspalette darstellt.

Während der Projektlaufzeit wurden Details der Zielsetzung in Absprache mit dem projektbegleitenden Ausschuss geändert, um hierdurch den Anforderungen der Praxis besser gerecht werden zu können. So wurden ursprünglich nicht vorgesehene, aber für den Nutzerkreis interessante Module (Pumpen, Kompressoren) in die Kostenfunktionsbereitstellung aufgenommen, während die ursprünglich geplanten Solarkollektorsysteme nicht mehr während der Projektlaufzeit realisiert wurden. Des Weiteren wurden Betriebskostenabschätzungen auf der Basis von Herstellerangaben integriert, wohingegen die zunächst vorgesehenen Exportmodule zur Einbindung der Kostenfunktionen selbst in eigene Berechnungsprogramme der Nutzer in der Projektlaufzeit nicht realisiert wurden. Auch die Unterstützung des Fachbetreuers wurde leicht eingeschränkt, weil sich durch die Verschiebung der funktionalen Zielsetzungen dessen Aufwand bei der Pflege verringert hat.

Da sich der Server nach Projektabschluss finanziell selber tragen können soll, wurde ein hierfür erforderliches Abrechnungssystem konzipiert und implementiert, das mit verschiedenen Kostenstellungsmodellen unterschiedliche Nutzerprofile befriedigt. Generell wurde Wert auf die Umsetzung eines Vorabzahlungsverfahrens in Anlehnung an das Prepaid-System der Mobilfunkbetreiber gelegt, um die Notwendigkeit späterer Mahnverfahren und damit den Betriebsaufwand zu minimieren.

Nach weitgehender Fertigstellung des Servers wurde dieser in verschiedenen Fachorganen kurz vorgestellt bzw. angekündigt. Hierauf hin haben sich die ersten externen Nutzer eingefunden, die - analog zu den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses - durchweg positive Rückmeldungen zum realisierten System gaben. Mitte August 2004 haben sich neben den Entwicklern und den Teilnehmern des projektbegleitenden Ausschusses 40 industrielle Nutzer, 23 Vertreter aus Forschung und Lehre und 10 private Interessenten als Nutzer angemeldet. Die durchschnittliche Anzahl der Besuche pro Tag steigt kontinuierlich an und liegt derzeit bei 20. Man kann somit feststellen, dass der noch sehr junge Serverdienst bereits jetzt seine Interessenten findet.

Der Server ist wie folgt zu erreichen: <http://kfserver.kaiserstadt.de>

Insgesamt kann konstatiert werden: **Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.**

2 Ausführlicher Ergebnisbericht

Während der Projektlaufzeit wurden ausführliche Dokumentationen sowohl zu den im Kostenfunktionsserver (KF-Server) hinterlegten Kostenfunktionen als auch zu den enthaltenen energietechnischen Geräten erarbeitet, die im Internet auf dem Server verfügbar sind (siehe <http://kfserver.kaiserstadt.de>). Ergänzend dazu beschreibt dieser Abschlussbericht die Methodik und Art der Realisierung des KF-Servers sowie die Nutzerschnittstellen.

2.1 Zielsetzung

Für die wirtschaftliche *a-priori*-Auslegung oder Erneuerung energietechnischer Verschaltungen ist relativ frühzeitig im Planungsvorgang eine bezifferbar genaue Kenntnis der Kosten beteiligter Einzelkomponenten erforderlich, um verschiedene Versorgungskonzepte relativ zueinander bewerten zu können. Eine vor Beginn des Projekts nicht verfügbare, aber für die Organisation einer effektiven Kostenschätzung sehr vielversprechende Alternative zu direkten Kostennachfragen bei Geräteherstellern stellt die Nutzung abstrahiert mathematisch definierter, an Praxisbeispielen validierter Kostenfunktionen als Ersatz für Richtpreisanfragen dar. Vorteilhaft ist es, wenn sowohl Betriebs- als auch annuierte Investitionskosten (also Kapitalkosten) in Abhängigkeit systemdeterminierender Parameter über einen hinreichend großen Skalenbereich beschrieben werden.

Diese Kosten müssen jedoch wegen Innovationen und kontinuierlich sich ändernder wirtschaftlicher Randbedingungen kontinuierlich aktualisiert werden können. Das vorliegende Projekt adressiert dieses Manko explizit, indem die Kostenfunktionen und Energieverbrauchskostenabschätzungen auf einem Internet-Webserver bereitstellt und so die Aktualisierungsproblematik zentral organisiert werden.

Die gezielte Einbindung potenzieller Kostendatenanbieter durch Verfügbarmachen kostengünstiger und sehr zielgerichteter Werbemöglichkeiten und der durch eine effiziente Betreuerunterstützung minimierte Betriebsaufwand für den fertig implementierten Server lassen einen hohen Gebrauchswert und eine rege Nutzung eines solchen Dienstes erwarten.

2.2 Methodik

Die Organisation einer nachhaltigen, sich nach einem Initialanschub selbstfinanzierenden Bereitstellung energietechnischer Kostenfunktionen stellt ein vielschichtiges Problem dar, zu dessen Lösung Gesichtspunkte aus so unterschiedlichen Bereichen wie Energie- und Informationstechnik, mathematischer Statistik und Optimierung, Betriebswirtschaft, bis hin zu kommunikationswissenschaftlichen und psychologischen Überlegungen, berücksichtigt werden müssen. An zentraler Stelle steht die Notwendigkeit, für möglichst alle energietechnisch relevanten Apparate und Systeme Kostenfunktionen zusammenzutragen. Diese stellen eine Abstraktion real durchgeführter Richtpreisanfragen dar, indem sie Preisangaben mehrerer Hersteller mitteln und funktional mit der Ausprägung weniger Gestaltungsparameter des jeweiligen Moduls verknüpfen. Als Hauptvariable einer funktionalen Auftragsung treten hier fast immer der energetische Durchsatz des betreffenden Moduls oder unmittelbar damit korrelierte Kenngrößen auf; Nebenvariablen können Gestaltungsvarianten oder spezielle Materialwahlen sein. Bei Heizkesseln ist beispielsweise die Möglichkeit der Brennwertnutzung eine

solche, bei Kompressorsystemen etwa der erreichbare Betriebsdruck, und bei Warm-/Heißwasserspeichern das Speichermaterial, das auch die Verwendbarkeit des darin enthaltenen Mediums mitbestimmt.

Die Kostenfunktionen wurden an mehreren eigenen und von Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses bereitgestellten Anwendungsbeispielen überprüft, die nicht zuvor in die Ableitung der Funktionen eingegangen waren. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Ermittlung und explizite Angabe des Skalierungsbereichs der jeweiligen apparatebeschreibenden Parameter, in dem die Funktionen gültig sind.

Im Laufe der Nutzung eines Kostenfunktionssatzes ist eine quasi-kontinuierliche Anpassung der determinierenden Konstanten und ggf. der funktionalen Abhängigkeiten aufgrund des Vorliegens neuer Anbieterdaten erforderlich. Dies kann nur durch einen fachlich kompetenten Betreuer erfolgen, der gelegentlich zu erwartende Profilierungstendenzen einiger Anbieter in Form unrealistischer, weil nicht unmittelbar zu belastender Angebotsabgaben zu erkennen und entsprechend zu bewerten hat. Da die sinngemäße Erfüllung dieser Aufgabe einen wesentlichen Einfluss auf die Güte der bereitgestellten Kostenfunktionen hat, andererseits aber den zentralen Aufwand an hochqualitativer fachlicher Arbeitskraft bei der Perpetuierung des Kostenfunktionsdienstes darstellt, müssen dem Fachbetreuer entsprechende Hilfsmittel zur Bewertung neuer Daten an die Hand gegeben werden. Hierzu wurde zunächst eine visuelle Überprüfung neu eingelieferter Kostendaten gegenüber dem schon akzeptierten und die bisherige Kostenfunktion bestimmenden Datenbestand implementiert. Treten Unstimmigkeiten mit dem bis dato vorhandenen Datenmaterial auf, wird der Fachbetreuer zu gezielten Nachfragen und Überprüfungen motiviert.

Bei Akzeptierung neuer Daten durch den Fachbetreuer ist deren Auswirkung auf die betroffene Kostenfunktion zu bestimmen. Auch hier sind wiederum mathematische Anpassungsrechnungen erforderlich, die weitestgehend automatisch die Veränderung der Kostenfunktionsstruktur bestimmen und schließlich die veränderte Funktion zur Verfügung stellen können müssen. Hierzu wurde ein evolutionsstrategisches Optimierungsmodul in das Serverkonzept eingebunden, das die aus dem Datenreservoir eines Moduls ausgelesenen Daten halbautomatisch übernimmt und nach Durchrechnung die neuen Kostenfunktionskonstanten wieder in die Datenbank zurückgibt.

Trotz der andauernden, aktualisierenden Veränderung sämtlicher Kostenfunktionen müssen deren frühere Zustände zur Sicherung der Überprüfbarkeit älterer Berechnungen verfügbar bleiben. Entsprechend wurde die automatisierte datentechnische Bereitstellung der Kostenfunktionsdaten durch eine geeignet strukturierte Datenbank so organisiert, dass für beliebige Zeitpunkte per Angabe eines Datums der jeweils aktuelle Sachstand in Form der seinerzeit validen Kostendaten und Kostenfunktionen wieder beschafft werden kann.

Schließlich wurde den betriebswirtschaftlichen und marktorientierten Gesichtspunkten von Nachfragern des Kostenfunktionsdienstes und Anbietern von Kostendaten Rechnung getragen, da die Nachhaltigkeit des Dienstes wesentlich von der Akzeptanz und aktiven Teilnahme beider Parteien abhängt. So wurde durch eine geeignete Organisation des Dienstes und durch die gewählte Darstellung von Kostenfunktionen und Streubreiten vermieden, dass Geräteanbieter unmittelbar und identifizierbar darüber konkurrieren. Anderenfalls könnte zu schnell ein Resentiment bei Anbietern aufkommen, die weniger über den Preis als vielmehr über alternative Eigenschaften wie Service, Haltbarkeit usw. im Markt bestehen. Diese wesentlichen Eigenschaften lassen sich jedoch nicht über eine verkürzende, rein preisbezogene Darstellung vermitteln.

2.3 Aufgetretene Probleme und deren Lösung

2.3.1 Funktionen für die Energiebedarfskosten

Nach Beschluss der Integration von Energiebedarfskostenangaben in die Serverfunktionalität wurde zunächst versucht, auch diesen Kostenaspekt über abstrahierte Funktionen abzubilden und somit vollständig von den einzelnen Kostendatenangaben abstrahierte Informationen liefern zu können. Dieser Versuch schlug leider fehl, weil die sich daraus ergebende Dimensionalität der abzuleitenden Funktion gegenüber der Investkostenfunktion verdoppelt hätte. Vereinfacht und an einem Beispiel ausgedrückt bedeutet dies, dass etwa die auftretenden Betriebskosten eines für einen Betriebsdruck von 12 bar und einen Lieferbedarf von 1000 l/min ausgelegten Kompressors bei 8 bar und 250 l/min (und natürlich auch für beliebige andere mögliche Betriebspunkte) durch eine Kostenfunktion hätten modelliert werden müssen. Würden pro energietechnischem Modul eine sehr große Zahl statistisch voneinander unabhängiger Apparaterisierungen vorliegen, wäre diese Fragestellung gegebenenfalls zu befriedigen gewesen. Bei typischerweise maximal einigen zehn unabhängigen Gerätetypen pro Modul wäre dies jedoch in funktionale Beliebigkeit ausgeartet.

Stattdessen wurde ein anderes Konzept zur Bereitstellung von Energiebedarfskosteninformationen realisiert, das sich auf die direkten Herstellerangaben stützt. Hier wird nach Angabe von Betriebspunktdateien durch den Kostenfunktionsnachfrager jeweils aufs Neue die verfügbare Datenbasis nach Geräten durchsucht, die alle angegebenen Betriebspunkte befriedigen können. Gefundene Geräte einer Auslegungsgrößenklasse werden darauf hin zu einer Gruppe zusammengefasst und deren laut Hersteller zu erwartende Energiebedarfskosten als Grundlage zur Angabe einer Streubreite genommen.

Gegenüber dem ursprünglich favorisierten Konzept der Abstraktion in eine Energiebedarfskostenfunktion stellt dies zwar einerseits einen vergrößerten Realitätsbezug dar, erzeugt andererseits einen deutlich größeren Rechenaufwand und damit eine Serverlast bei Bearbeitung einer Kostenfunktionsnachfrage, da teilweise mehrere tausend Gestaltungsvarianten und mögliche Betriebspunkte durchsucht werden müssen. Es stellte sich jedoch heraus, dass die hieraus erwachsende, längere Antwortzeit im normalen Serverbetrieb noch akzeptabel ist.

2.3.2 Erstellung von Exportmodulen

Bedingt durch die Abkehr von Energiebedarfs-Kostenfunktionen ergab sich bei der zunächst geplanten Erstellung von Exportmodulen zur Einbindung in Simulationen oder Kostenrechnungen beim Nutzer das Problem, dass nun der gesamte Datenbestand übergeben werden müsste, um dezentral die gleichen Informationen ausgeben zu können, die der Server zentral bietet. Dies hätte jedoch die den Bereitstellern von Kostendaten zugesicherte Anonymität kompromittiert.

Glücklicherweise erwies sich im projektbegleitenden Ausschuss der Wunsch nach exportierbaren Kostenfunktionen als eher gering; grafische Darstellungen und Exporte zuvor im KF-Server berechneter Szenarien erwiesen sich als deutlich attraktiver. Diese Einstellung mag insbesondere daran liegen, dass die Genauigkeit der Richtpreisabschätzung per Kostenfunktionen mit recht großen Unsicherheiten von ca. 20% und mehr behaftet ist, weshalb der Informationsbedarf des Nutzers bereits ohne mathematisch genaue Definition einer Kostenfunktion befriedigt wird.

Entsprechend dem Votum des projektbegleitenden Ausschusses wurde daher die Bereitstellung von Kostenfunktionen als Exportmodule zur Einbindung in eigene Software gegenüber der wahlweise grafischen oder numerisch-tabellarischen Auflistung der abgeschätzten Investitions- und Betriebskosten auf jeweils einer Webseite zunächst fallen gelassen. Zusätzlich können die ermittelten Kosten jedoch auch in Form einer Ergebnisübersicht als Dokument (PDF, Postscript, HTML) exportiert werden, die sämtliche gewählten Einstellungen der Gestaltungsparameter, die grafische Darstellung der Kostenfunktion samt Schwankungsbreiten, die Kostendatentabelle, das modulspezifische Standardleistungsverzeichnis, weitere zu berücksichtigende Kostenaspekte und schließlich eine Beschreibung des Gerätetyps enthält.

2.4 Stand der Entwicklung

2.4.1 Grundsätzliche technische Realisierung

Das Serversystem wurde für den Betrieb mit Internet-Standardkomponenten konzipiert: Erforderlich ist eine Linux-Servermaschine mit Apache als Webserver, MySQL als Datenbanksystem, PHP als Skriptsprache, kombiniert mit einigen weiteren frei verfügbaren Softwaremodulen, die der Aufbereitung von Grafiken und Exportformaten dienen: Grafik-Bibliothek GD, darauf aufbauend Diagramm-Plotsystem Ploticus, Konversionsbibliothek HTMLDOC zur automatischen Erstellung von Postscript- und PDF-Seiten. Für den Betrieb des KF-Servers fallen somit keine Lizenzkosten an.

Zur Offline-Ermittlung neuer Kostenfunktionskonstanten bei Vorliegen neuer Kostendaten wird ein evolutionsstrategisches Optimierungsmodul eingesetzt, das über eine JDBC-Schnittstelle auf die Kostendatenbank zugreift und automatisch zu berücksichtigende Daten und bisherige Kostenfunktionsparameter ausliest.

Die erforderliche Hardware-Ausstattung liegt bei der derzeitigen Komplexität der Kostenfunktionen und Betriebskostenanalyseschritte am unteren Ende der Skala: Hier reicht bei den zu erwartenden wenigen Zugriffen pro Stunde eine Maschine mit 1 GHz Prozessorleistung und Hauptspeicherausstattung von ca. 500 MB.

Die Verwaltung sensibler Nutzerdaten erfolgt nicht direkt auf der Servermaschine sondern aus Sicherheitsgründen auf einem weiteren Rechner (siehe weiter unten). Auf der Servermaschine werden lediglich die vom Fachbetreuer explizit anzugebenden Verfügungszeiträume verwaltet.

Nach Abschluss der Entwicklungsphase steht nun ein Kostenfunktionsserver mit implementiertem Abrechnungssystem zur Verfügung, der autonom die Nachfragen der Nutzer beantwortet. Er unterstützt den Fachbetreuer sowohl bei seiner Verwaltungsarbeit hinsichtlich der von Geräteherstellern eingebrachten Kostendaten und ihrer Verarbeitung zu Kostenfunktionen, als auch hinsichtlich der Nutzer- und Kontenverwaltung, die für den dauerhaften Betrieb des Servers erforderlich sind.

2.4.2 Nutzerschnittstelle des Serversystems

Der KF-Server hat sich zu einem komplexen Geflecht von Interaktionsseiten entwickelt, das über zahlreiche Haupt- und Unterfunktionsmenüs verknüpft ist (siehe <http://kfserver.kaiserstadt.de>). Eine vollständige Auflistung aller Interaktionsvarianten würde bei weitem den Umfang dieses Abschlussberichts sprengen. Daher werden die

wesentlichen Punkte exemplarisch an wenigen Beispielen und Bildschirmwiedergaben erläutert.

Generelles Erscheinungsbild, Hauptfunktionen

Bei Anwahl der Internetwebseite <http://kfserver.kaiserstadt.de> erhält der Abfrager den Eröffnungsbildschirm des Systems (Abb. 1).

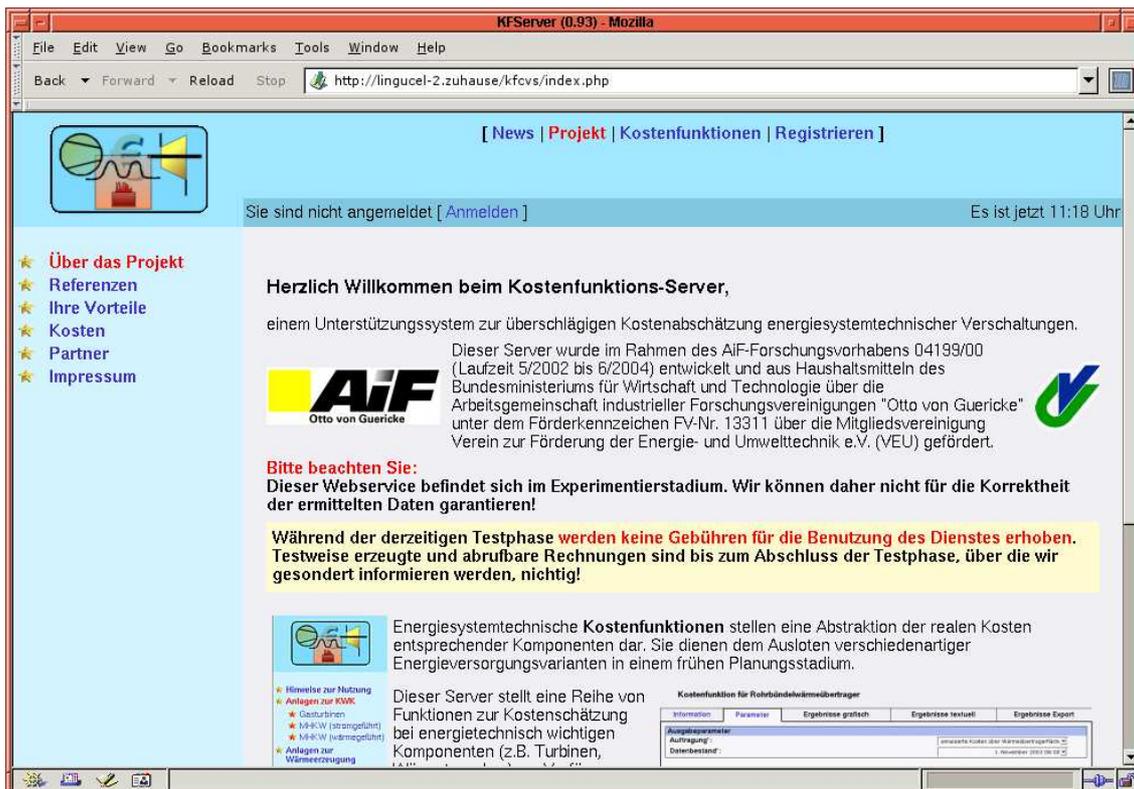


Abbildung 1: Einsprungseite des KF-Servers im Internet

Dort werden neben dem hauptsächlichen Seiteninhalt die Hauptmenüpunkte (obere Leiste) und die Untermenüpunkte (linke Leiste) zum aktuellen Hauptmenüpunkt „Projekt“ zur weiteren Funktionsauswahl angezeigt. Aktive (Unter-)Menüpunkte sind jeweils rot eingefärbt, um dem Nutzer eine bessere Orientierung zu geben, wo er sich gerade im Menübaum befindet.

An Hauptfunktionen steht insbesondere der direkte Einsprung in die Kostenfunktionsabfrage zur Verfügung. Der Punkt „Registrieren“ erlaubt neuen Nutzern, sich beim Server (und damit letztlich beim Systemverwalter) anzumelden und schon einmal ihre Grunddaten zu hinterlegen.

Kostenfunktionsnachfrage mit diversen Ausgabeoptionen

Nach Anwahl des Hauptmenüpunkts „Kostenfunktionen“ erhält der Benutzer eine Übersicht über die bereits im KF-Server enthaltenen Module (Haupttextbereich), die im veränderten linken Menü der Übersichtlichkeit halber zu Auswahlgruppen zusammengefasst sind (Abb. 2). Entsprechend ist in diesem Bildschirm noch kein Untermenüeintrag aktiv.

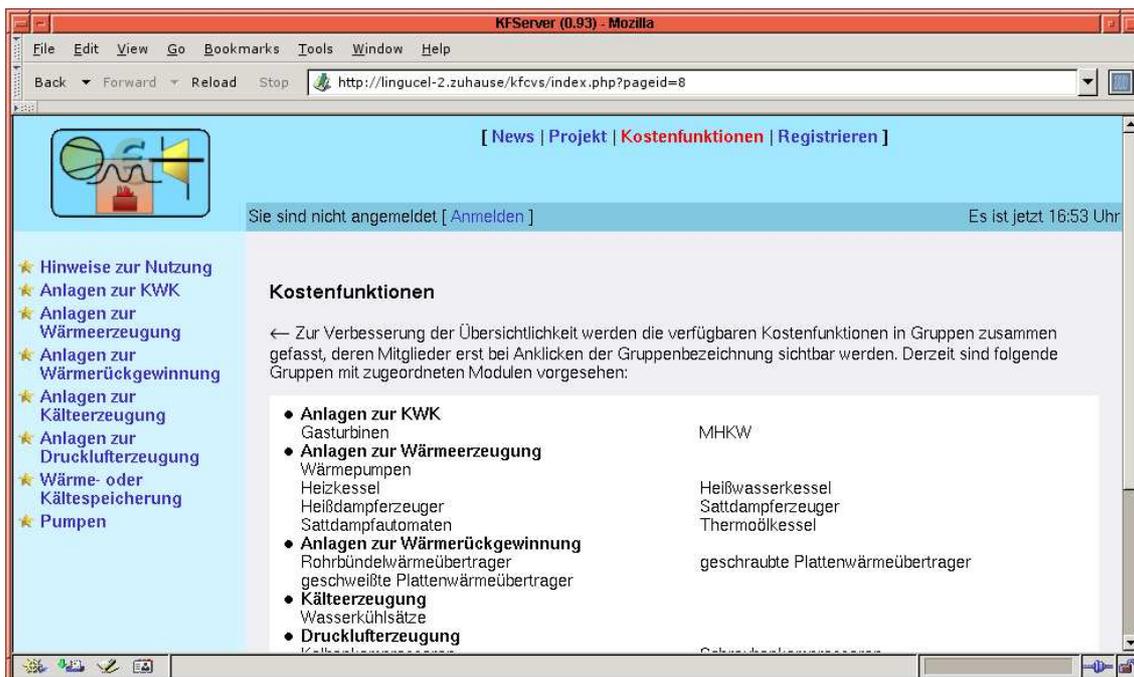


Abbildung 2: Übersicht über die Module, zu denen Kostenfunktionen verfügbar sind.

Nach Anwahl einer der Gruppen öffnet sich neben einem Einführungstext in die Eigenschaften und Begrifflichkeiten im Hauptfensterbereich der zugehörigen Module ein Untermenü, aus dem ein konkreter Gerätetyp ausgewählt werden kann (Abb. 3).

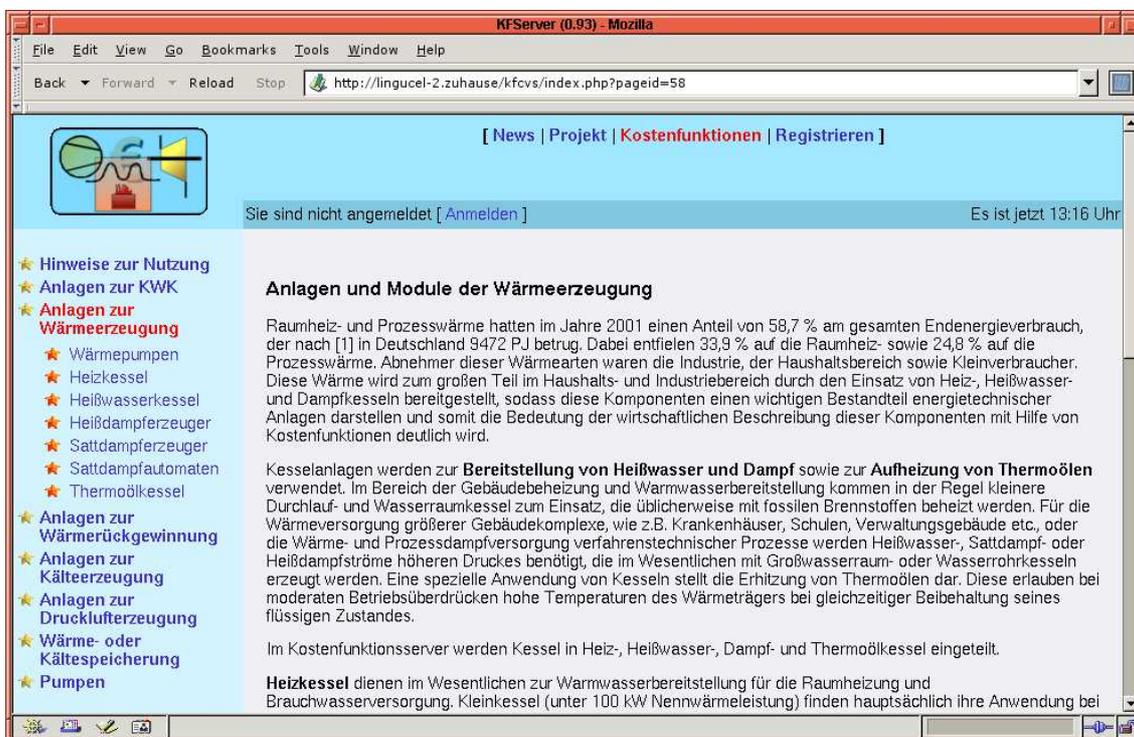


Abbildung 3: Auswahlmennü für konkrete Module (links) und begleitender Einführungstext zur ausgewählten Modulgruppe (Hauptfensterbereich).

Dies führt schließlich zur Standardabfragemaske für die zu spezifizierenden Modulparameter, hier dargestellt für die Wärmepumpe als Zielmodul (Abb. 4).

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://lingucel-2.zuhause/kfcvs/index.php?unit=Waermepumpen&pageid=9`. The page title is "[News | Projekt | **Kostenfunktionen** | Registrieren]". A status bar indicates "Sie sind nicht angemeldet [Anmelden]" and the time "Es ist jetzt 13:18 Uhr".

The main content area is titled "Kostenfunktion für Wärmepumpen" and contains a tabbed interface with the following sections:

- Information** (selected): Includes "Auftragung:" (dropdown: annuisierte Kosten über Heizleistung) and "Datenbestand:" (dropdown: -- aktuell --).
- Parameter** (active): Contains "Datenszenario #1" with the following fields:
 - Wärmeträger: Luft/Wasser (Außenluft)
 - Aufstellungsart: Innen
 - Auslegungspunkt: (empty)
 - Heizleistung: 3 kW (therm)
 - Betriebsstunden: 1000 h/a
 - Betriebswirtschaftliche Parameter:
 - Betrachtungsdauer: 15 Jahre
 - Zinsfuß: 6 %
 - Energiepreis: 0,05 €/kWh
- Ergebnisse grafisch**
- Ergebnisse textuell**
- Ergebnisse Export**

A "Abfrage berechnen" button is located at the bottom of the parameter section.

Abbildung 4: Eingabemaske zur individuellen Spezifizierung der Anforderungen an ein Wärmepumpenmodul.

Die in dieser Parametrisierungsmaske der Kostenfunktionsnachfragen anzugebenden Gestaltungsparameter werden durch zusätzliche, einblendbare Informationsseiten näher spezifiziert und erläutert.

Die Reiterreihe im oberen Bereich des Haupttextfensters lässt erkennen, dass bereits nach diesem ersten Anspringen eine weitere Funktion zur Verfügung steht: Jedem Anlagentyp ist, neben einer technischen Beschreibung mit meistens auch Aufbau- und Verschaltungsskizzen, eine Liste der in der Kostenfunktion berücksichtigten bzw. nicht berücksichtigten Zusatzkomponenten (z.B. Schallschutz, Abgaswärmeübertrager bei Gasturbinen) zugeordnet, das so genannte Standardleistungsverzeichnis. Es werden Hinweise zur Abschätzung der gegebenenfalls zusätzlich anfallenden Kosten angegeben, die z.B. für gesetzlich vorgeschriebene Wartungsarbeiten und Sicherheitsüberprüfungen und üblicherweise mit dem betrachteten Modul verbundene Zusatzkomponenten zu veranschlagen sind.

Alle bis hierhin diskutierten Seiten sind grundsätzlich allen — auch nichtangemeldeten — Seitenbesuchern offen zugänglich. Dies dient letztlich der Einwerbung neuer zahlender Nutzer, die sich auf diese Weise über die Vielfältigkeit und den Variantenreichtum der bereits implementierten Funktionen informieren können.

Stößt man jedoch die Berechnung einer Kostenfunktion an, erfolgt die Abfrage der Nutzerkennung (Abb. 5), bevor die Ergebnisbildschirme angezeigt werden.

Nach erfolgreichem Einloggen wird man daraufhin direkt in die grafische Ergebnisaus-

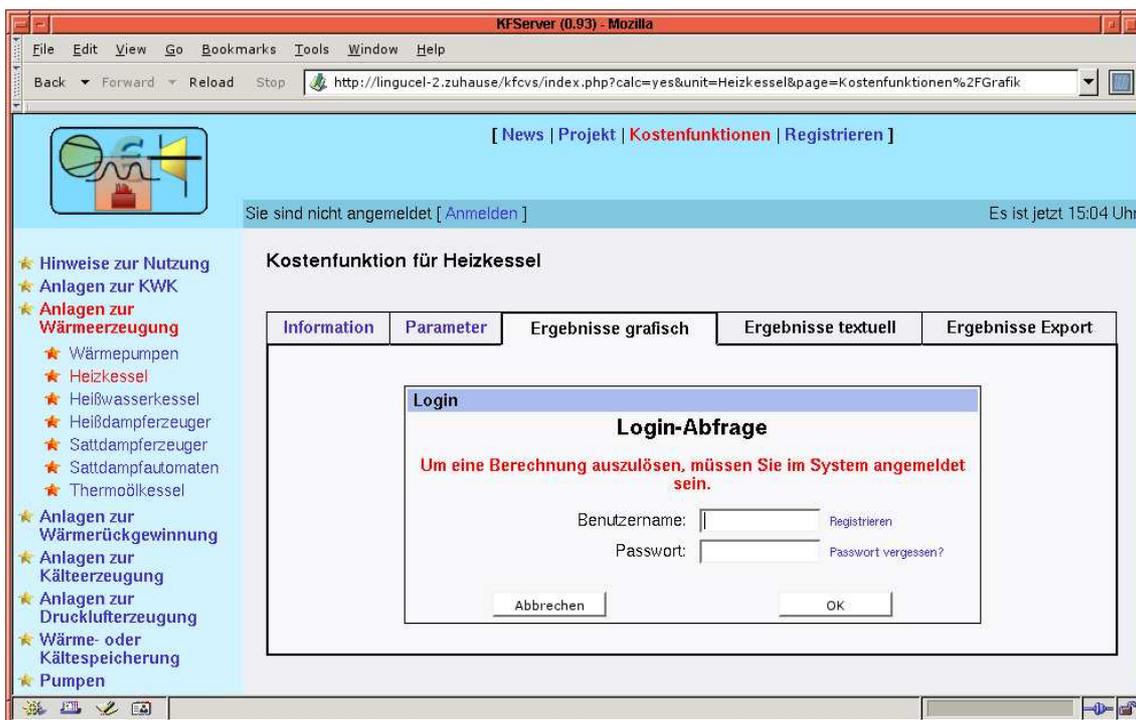


Abbildung 5: Abfrage der Nutzererkennung vor der Darstellung eines Berechnungsergebnisses.

gabe weitergeleitet, die beispielhaft in Abb. 6 für einen Heizkessel dargestellt wird, allerdings zu Demonstrationszwecken mit unrealistisch kurz angegebener jährlicher Betriebsdauer.

Da der Abfrager eine annualisierte Kostenauftragung gewünscht hat, werden die Investitionskosten unter Berücksichtigung der angegebenen betriebswirtschaftlichen Parameter (Abschreibungsdauer und Zinsfuß) auf die Einheit *Kosten pro Jahr* umgerechnet. Die zugrunde liegende Kostenfunktion, die ja als Idealisierung von einer konkreten Geräteverfügbarkeit kontinuierlich entlang der Abszisse (Wirkleistung) ausgewertet werden kann, wird mittels einer durchgezogenen Linie repräsentiert.

Die Abszisse wird hinsichtlich der Untersuchung auf vorliegende reale Kostendatensätze in 21 Abschnitte unterteilt. In den Grenzen jedes Abschnitts werden beitragende Kostendaten auf ihre Spannweite hin untersucht und dann die Standardabweichung zum Wert der abstrahierten Kostenfunktion als Streubereich in Form eines *hellen Balkens* dargestellt. Hierbei wird zunächst überprüft, dass das jeweils möglicherweise beitragende Gerät auch die vom Nutzer eingegebenen *Betriebsrandbedingungen* erfüllen kann. Nur solche Geräte werden bei der Ermittlung der Streubreite berücksichtigt.

Zur Abschätzung der Energiebedarfskosten werden die entsprechenden Herstellerdaten zu den Apparaten zusammengetragen, die bei der Ermittlung der Investitionskostenstreubreite berücksichtigt wurden. Wie bereits erläutert, stellen diese jedoch keine durchgehende, abstrahierbare Funktion dar, weshalb sie nach Diskussion mit dem projektbegleitenden Ausschuss nur als Gruppe von Einzelstreubereichen an den jeweils passenden Stellen im Diagramm als *dunkle Balken* in der Farbe der idealisierten Kostenfunktion eingetragen werden. Es bleibt dem Betrachter überlassen, diese logisch zu einem durchgehenden Linienzug zu verbinden, wobei er von der Prämisse ausgehen muss, dass Module, die in die derzeit nicht datenmäßig abgedeckten Bereiche fielen, einer ähnlichen Gesetzmäßigkeit gehorchen werden wie die bekannten.

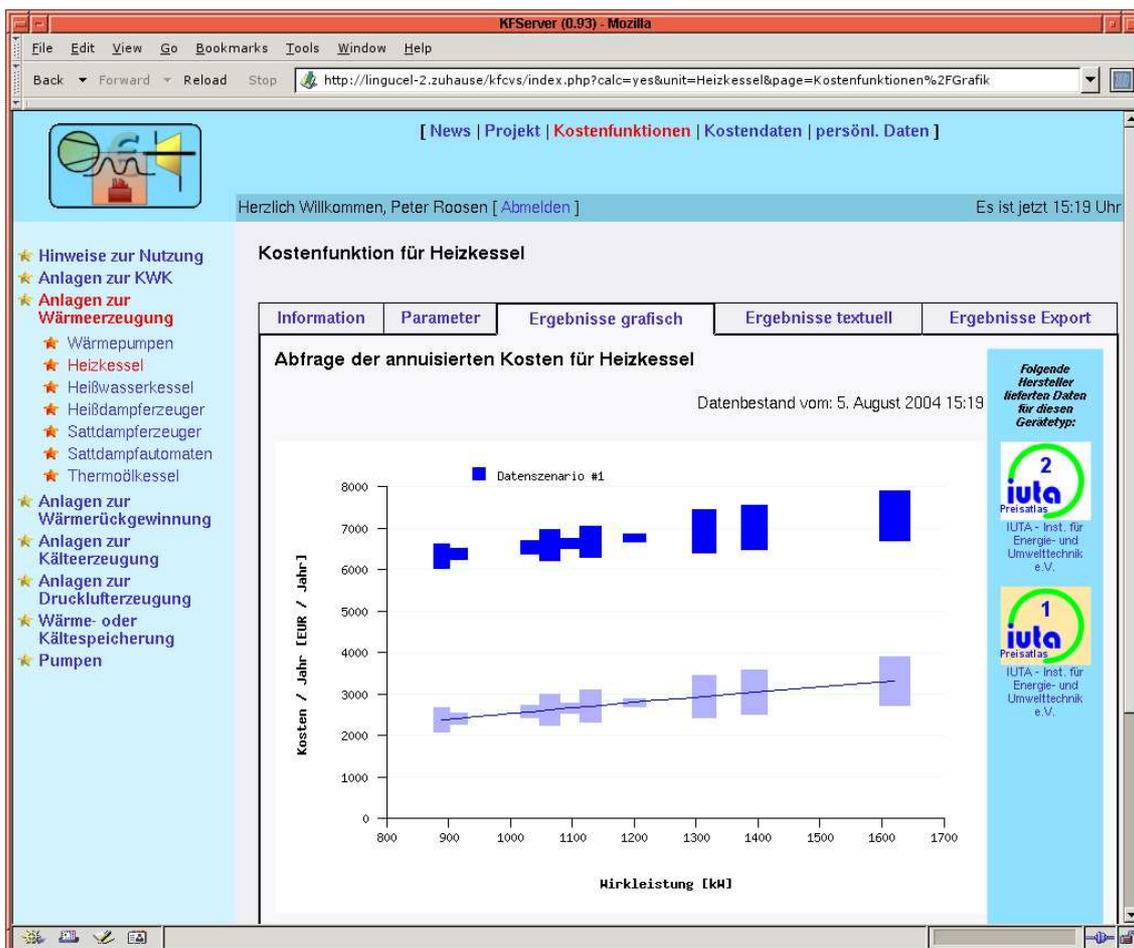


Abbildung 6: Grafische Darstellung der Kostenfunktions- und Energiebedarfsergebnisse für einen Heizkessel, aus Demonstrationsgründen jedoch mit zu kurzer jährlicher Betriebsdauer spezifiziert (s. Text).

Bei der Parameterfestlegung für die Kostenfunktionsdarstellung können mehrere Szenarien festgelegt werden, die sich in einem oder mehreren Parametern unterscheiden dürfen. Hierdurch können zwei oder mehrere Szenarien in einem Diagramm einander gegenübergestellt werden. Als klassisches Beispiel mag hier die Untersuchung der Sinnhaftigkeit einer Brennwertnutzung dienen. Die entsprechende Szenarienparametrisierung ist in Abbildung 7, das hieraus resultierende grafische Ergebnis in Abb. 8 wiedergegeben.

Grafische Details des gleichen Szenarios werden jeweils in der gleichen Grundfarbe dargestellt. Im in Abb. 8 vorliegenden Diagramm werden z.B. die Varianten den Farben Blau und Rot zugeordnet. Der normalerweise farbige Screenshot wurde hier zur Darstellung im schwarz-weiß Ausdruck um Beschriftungen der Kostenfunktionskurve sowie der Energiebedarfskosten ergänzt. Entsprechend der Definition auf der Parameterseite entspricht das Szenario #1 dem Kessel ohne, das Szenario #2 dem Kessel mit Brennwertnutzung. Man erkennt zunächst an den durchgezogenen Linien der jeweiligen Kostenfunktionen, dass die Investitionskosten ohne Brennwertnutzung systematisch niedriger liegen. Die beiden Kurven laufen mit größeren Auslegungsgrößen leicht auseinander, jedoch nimmt auch der durch die hellen Balken repräsentierte Streubereich zu größeren Wirkleistungen hin leicht zu.

Die Kostenträchtigkeit verkehrt sich hinsichtlich der Szenarienzuordnung in ihr Gegen-

Datenszenario #1

modulierender Betrieb: ohne modulierenden Betrieb

Brennwertnutzung: ohne Brennwertnutzung

Brennertyp: Gasbrenner

Auslegungspunkt: 1200 kW

Betriebspunkte: 500 kW, 1000 h

Bitte beachten Sie: Um Bereitschaftsverluste zu berücksichtigen, müssen Sie einen Betriebspunkt mit Wirkleistung 0 kW für die Zeit in Bereitschaft angeben.

Betriebswirtschaftliche Parameter:

Betrachtungsdauer: 20 Jahre Zinsfuß: 6 % Energiepreis: 0,05 €/kWh (bei Gas bezogen auf Hu)

Datenszenario #2

modulierender Betrieb: ohne modulierenden Betrieb

Brennwertnutzung: mit Brennwertnutzung

Brennertyp: Gasbrenner

Auslegungspunkt: 1200 kW

Betriebspunkte: 500 kW, 1000 h

Bitte beachten Sie: Um Bereitschaftsverluste zu berücksichtigen, müssen Sie einen Betriebspunkt mit Wirkleistung 0 kW für die Zeit in Bereitschaft angeben.

Betriebswirtschaftliche Parameter:

Betrachtungsdauer: 20 Jahre Zinsfuß: 6 % Energiepreis: 0,05 €/kWh (bei Gas bezogen auf Hu)

Abbildung 7: Parametereingabe in zwei Szenarien zur Untersuchung der Auswirkungen einer Brennwertnutzung unter vorgegebenen Betriebsrandbedingungen.

teil, wenn man die Energiebedarfskosten in die Analyse mit hineinnimmt. Bereits bei dem angenommenen Fall von 1000 h Laufzeit mit weniger als der Hälfte der Auslegungsleistung bleiben die jährlichen Gesamtkosten der Wärmebereitstellung beim Brennwertkesselsystem erkennbar hinter denen des Heizwertkessels zurück.

Bei hohen Energiebedarfskosten verlieren die automatisch erstellten Diagramme teilweise wegen zu geringer relativer Skalenspreizungen auf der Ordinate etwas an Aussagekraft. Daher wurde neben der diagrammatischen Darstellung noch eine textuelle vorgesehen (Abb. 9). Auch hierin sind die Abszissenbereiche gekennzeichnet, in denen keine realen Kostendatenpunkte vorliegen, und Streubreiten der verfügbaren Datensätze pro Intervall spezifiziert.

Grundsätzlich lassen sich alle Formulare, Diagramme und Tabellen, die sich im Verlauf einer Kostendatennachfrage ergeben, auch als einzelne Dateien auf die lokale Festplatte eines Nutzers kopieren. Hierbei geht jedoch wegen der selbst zu organisierenden

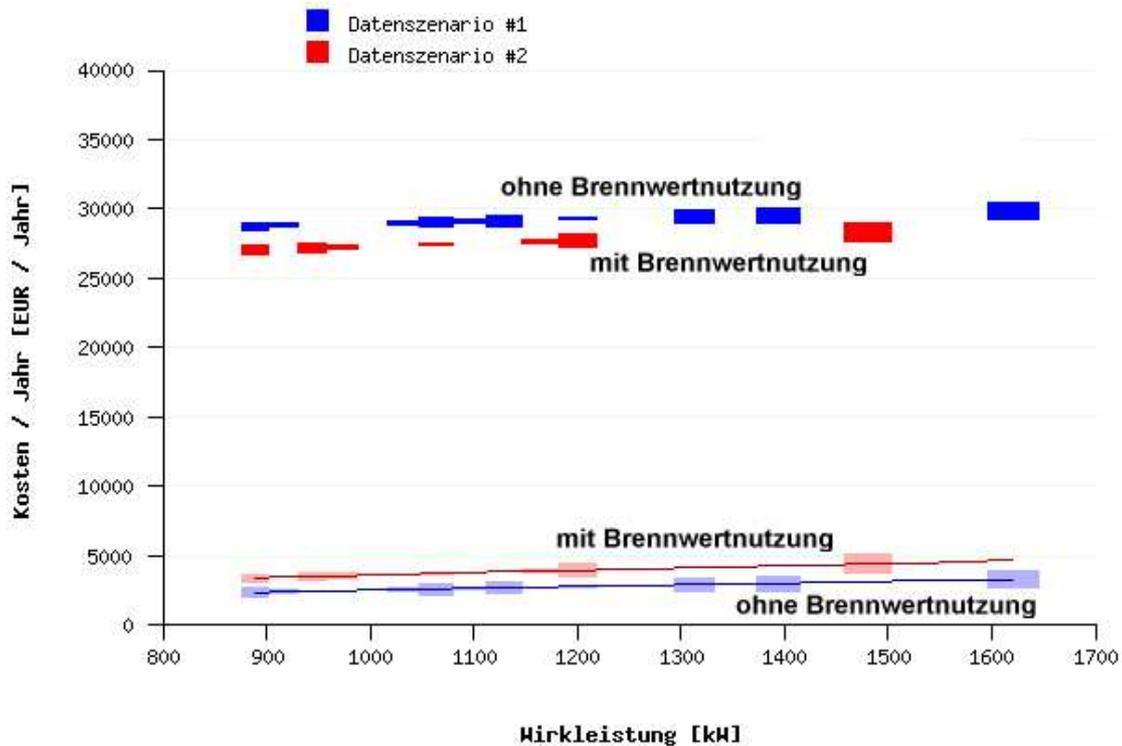


Abbildung 8: Grafische Gegenüberstellung der Kostenschätzungen eines Heizkessels ohne und mit Brennwertnutzung. Der normalerweise farbige Screenshot wurde zur Darstellung im schwarz-weiß Ausdruck um Beschriftungen ergänzt. Erläuterung siehe Text.

Namensgebung schnell der Zusammenhang verloren. Außerdem besteht die Gefahr, dass man die eine oder andere Seite vergisst und auf diese Weise einen unvollständigen Satz an Informationen hinterlegt. Um dem vorzubeugen, besteht nach Durchrechnung einer Nachfrage über den letzten Reiter des Hauptfensterfeldes, „Ergebnisse Export“ die Möglichkeit, einen Export aller Eingaben und Ausgaben zu einer Berechnung gemeinsam in einem Dokument zu veranlassen. Der Nutzer kann hierbei wählen, ob er eine zusammengestellte HTML-Seite, eine Postscriptseite oder ein PDF-Dokument haben möchte. Nach Auswahl erhält er das gewünschte Dokument als Report zur Speicherung aufbereitet.

Datenszenario #1					
Wirkleistung	annuierter Kostenfunktionswert	Energiekosten	annuierter Kostenfunktionswert + Energiekosten	Streuung der Kostendaten	
889 kW	2381 €	26388 €	28769 €	± 12 %	
916 kW	2420 €	26421 €	28841 €	± 6 %	
944 kW	2460 €	Keine Daten verfügbar			
973 kW	2501 €	Keine Daten verfügbar			
1002 kW	2542 €	Keine Daten verfügbar			
1033 kW	2584 €	26446 €	29030 €	± 6 %	
1064 kW	2627 €	26458 €	29086 €	± 14 %	
1097 kW	2671 €	26468 €	29139 €	± 5 %	
1130 kW	2715 €	26427 €	29143 €	± 14 %	
1165 kW	2761 €	Keine Daten verfügbar			
1200 kW	2807 €	26491 €	29298 €	± 3 %	
1237 kW	2854 €	Keine Daten verfügbar			
1274 kW	2902 €	Keine Daten verfügbar			
1313 kW	2950 €	26521 €	29471 €	± 17 %	
1353 kW	3000 €	Keine Daten verfügbar			
1394 kW	3050 €	26476 €	29527 €	± 17 %	
1437 kW	3102 €	Keine Daten verfügbar			
1480 kW	3154 €	Keine Daten verfügbar			
1526 kW	3207 €	Keine Daten verfügbar			
1572 kW	3262 €	Keine Daten verfügbar			
1620 kW	3317 €	26591 €	29908 €	± 18 %	

Datenszenario #2					
Wirkleistung	annuierter Kostenfunktionswert	Energiekosten	annuierter Kostenfunktionswert + Energiekosten	Streuung der Kostendaten	
889 kW	3416 €	23644 €	27061 €	± 9 %	
916 kW	3489 €	Keine Daten verfügbar			
944 kW	3523 €	23697 €	27221 €	± 9 %	
973 kW	3578 €	23702 €	27281 €	± 5 %	
1002 kW	3634 €	Keine Daten verfügbar			
1033 kW	3691 €	Keine Daten verfügbar			
1064 kW	3749 €	23726 €	27475 €	± 3 %	
1097 kW	3808 €	Keine Daten verfügbar			
1130 kW	3868 €	Keine Daten verfügbar			
1165 kW	3929 €	23747 €	27676 €	± 2 %	
1200 kW	3991 €	23760 €	27751 €	± 10 %	
1237 kW	4054 €	Keine Daten verfügbar			
1274 kW	4118 €	Keine Daten verfügbar			
1313 kW	4184 €	Keine Daten verfügbar			
1353 kW	4250 €	Keine Daten verfügbar			
1394 kW	4318 €	Keine Daten verfügbar			
1437 kW	4387 €	Keine Daten verfügbar			
1480 kW	4457 €	23835 €	28292 €	± 15 %	
1526 kW	4528 €	Keine Daten verfügbar			
1572 kW	4601 €	Keine Daten verfügbar			
1620 kW	4674 €	Keine Daten verfügbar			

Abbildung 9: Tabellarische Aufstellung der Kostenschätzungen eines Heizkessels ohne und mit Brennwertnutzung. Erläuterung siehe Text.

Kostdateneinlieferung

Kostenfunktionen und Energiebedarfskosten mit ihren Streubreiten erfordern die Verfügbarkeit aktueller Kostendaten. Diese müssen in einem kontinuierlichen Betrieb des KF-Servers einfach eingespeist werden können, wobei die Motivation der diese Daten beitragenden Institutionen, meist Geräte herstellende Unternehmen, auf Dauer besonders wichtig ist. Gleichzeitig muss dafür gesorgt werden, dass die Kostendaten, die in die Auswertungen eingehen, auch vergleichbar sind.

Zur Befriedigung dieser Aspekte wurde eine einfache, systemunspezifische Datenbereitstellungsschnittstelle entwickelt, die einerseits nicht die Verfügbarkeit eines speziellen und womöglich auch kostspieligen Programms voraussetzt, andererseits auch das Einbringen größerer Mengen von Apparatelkostendaten erlaubt und einfach organisierbar macht. Hierzu wurde eine CSV-Schablone entwickelt, die dem Kostendatenlieferant die erforderlichen Spalten mit entsprechenden erklärenden Köpfen speziell für jedes Modul aufbereitet zur Verfügung stellt. Will man einen neuen Kostendatensatz bereitstellen, der sich durchaus auch auf viele Gerätevarianten eines gleichartigen Moduls erstrecken kann, so wählt man den Hauptmenüpunkt „Kostendaten“ an, der die Möglichkeit zum Einfügen neuer oder zum Bearbeiten schon vorhandener Moduldaten bietet (Abb. 10).

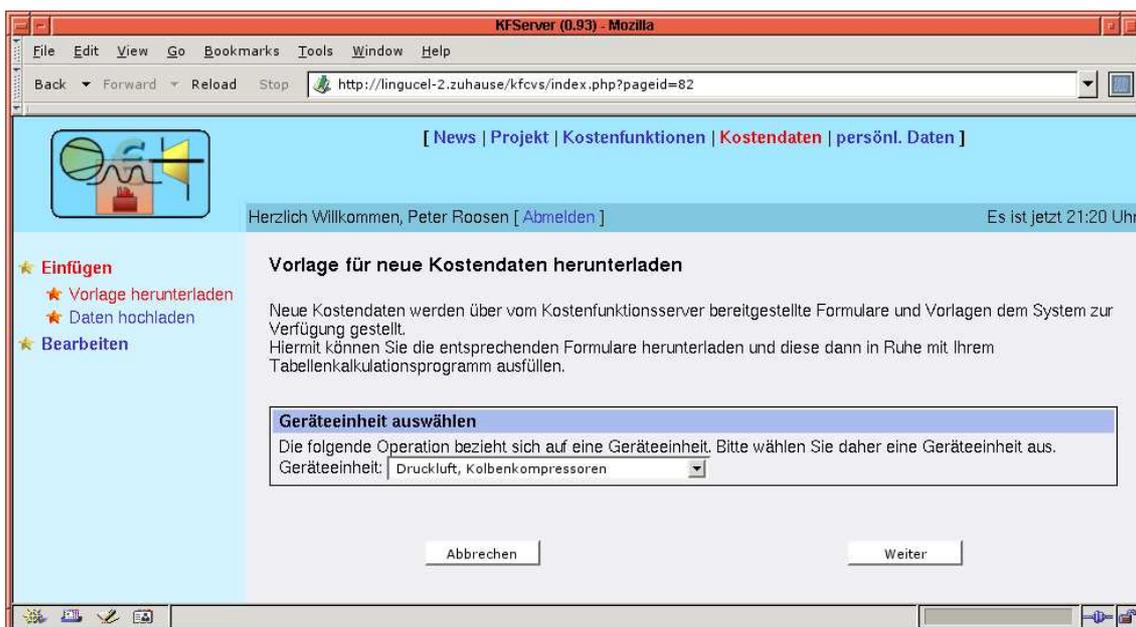


Abbildung 10: Spezifikation des Moduls, für das neue Kostendaten eingebracht werden sollen. Das Modul ist durch Auswahl im Rollmenü zu spezifizieren.

Selbst das grundsätzlich sehr allgemein gehaltene CSV-Format, bei dem die einzelnen Eintragsfelder eigentlich durch ein Komma, teilweise aber auch durch andere einfache Zeichen (Strichpunkte, Tabulatorzeichen, ...) von einander getrennt werden, müsste bei verschiedenen Tabellenkalkulationen, die als Ausfüllhilfen herangezogen werden, gezielt eingepasst werden. Daher werden vom Server für Microsoft Excel, Sun StarOffice, OpenOffice, KDE KOffice / KSpread und Gnumeric speziell vorbereitete Varianten dieser Datei vorgelegt, die gar kein, oder nur ein sehr geringes Nacharbeiten vor dem Ausfüllen der Einträge erfordern.

Nach Öffnen dieser CSV-Tabelle in einer Tabellenkalkulation (in Abb. 11 am Beispiel OpenOffice gezeigt) präsentiert sich dem Ausfüllenden ein Tabellenkopf, der ausführlich die in den einzelnen Spalten zugelassenen Daten und Zahlenbereiche erläutert. Dieser

	A	B	C	D	E	F	G
1	Vorlage für	Kolbenkompressoren					
2	// Formular für den Upload von Kostendaten in den Kostenfunktionsserver.						
3	// (Die beiden // am Anfang einer Zeile markiert einen Kommentar - diese Zeilen werden komplett beim Einlesen ignoriert)						
4	// Wichtig: Die erste Zeile darf NICHT verändert werden						
5	//						
6	//						
7	// name darf maximal 250 Zeichen lang sein.						
8	// oelfrei muss einen der folgenden Werte enthalten:						
9	// "Nein", "Ja"						
10	// p muss einen der folgenden Werte enthalten:						
11	// "4", "6", "8", "10", "12", "14"						
12	// V_eff muss kleiner als 1000000 l/min sein						
13	// P_el muss kleiner als 1000000 kW sein						
14	// eta_m muss kleiner als 1 sein						
15	// price muss kleiner als 10000000 EUR sein						
16	//						
17	// Bezeichnung	Ölfrei Schmierung	Betriebsdruck [bar]	eff. Liefermenge [l/min]	Motor Nennleistung [kW]	Motor-Wirkungsgrad	Kosten der Anlage [EUR]
18	// (Zeichenkette)	(Auswahlwert)	(Auswahlwert)	(Kommazahlenwert)	(Kommazahlenwert)	(Kommazahlenwert)	(Kommazahlenwert)
19	name	oelfrei	p	V_eff	P_el	eta_m	price
20							
21							
22							

Abbildung 11: Struktur der als CSV-Datei in OpenOffice geladenen Spezifikationstabelle für Kolbenkompressoren. Die Spalten unterhalb des Tabellenkopfs ab Zeile 20 können in beliebiger Menge ausgefüllt werden und erlauben so die gleichzeitige Übergabe auch größerer Mengen von Einzelgerätedaten.

Kopf muss unverändert bleiben, damit nach Ausfüllen und Rücksenden der Tabelle eine automatische Analyse und Datenseparierung vom Server durchgeführt werden kann.

Nach Ausfüllen der jeweiligen Tabelle übergibt der Kostendatenlieferant diese wiederum als CSV-Datei per Webformular an den Server, der darauf hin eine Plausibilitätsprüfung durchführt. Wenn die Tabelle strukturell und hinsichtlich von Plausibilitätsgrenzen zu den eingetragenen Werten positiv bewertet wird, werden die neuen Daten in die allgemeine Datenbank übernommen, jedoch noch als „nicht geprüft“ markiert. Entsprechend werden sie bei unmittelbar danach folgenden Recherchen durch Kostenfunktionsnachfrager noch nicht berücksichtigt.

Der Systembetreuer erhält nach Übernahme der Daten automatisch eine Mail, in der über die neue Einlieferung informiert wird. Er kann sich darauf hin diese neuen Daten im Vergleich zu den bislang vorhandenen anzeigen lassen und per Sichtprüfung kontrollieren, ob diese auch inhaltlich plausibel sind. Nach Überprüfung (und möglicherweise zwischenzeitlich ausgeräumten Zweifeln durch direkte Rückfragen beim Einlieferer) kann er per separatem Programmaufruf eine Anpassungsrechnung für die Kostenfunktion starten. Nach Berechnung der adaptierten Funktion wird diese mit entsprechend neuem Datum in die Kostenfunktionstabelle übertragen, und die zugrunde liegenden Daten werden manuell freigeschaltet.

Nutzerdatenverwaltung/übersicht

Sämtliche unmittelbare Server-Funktionen sind auf einem durchgängig internetangebundenen Serverrechner implementiert. Aus Sicherheits- und Flexibilitätsgründen werden die Programmteile und Daten, die Interaktionen mit dem Systembetreuer erfordern oder sensible Nutzerinformationen beinhalten, auf einen weiteren Rechner ausgelagert, der durch Schutzsysteme gegenüber dem Internet weitestgehend abgeschirmt wird.

Die Kommunikation zwischen diesen Systemen wird ausschließlich über verschlüsselte Datenkanäle geführt.

Hinsichtlich der Implementation des Abrechnungsmoduls wurden mit den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses mögliche Methoden der Kostenstellung diskutiert. Hierbei ergab sich unter Berücksichtigung einer inhärenten Vermeidung unnötiger verwaltungstechnischer Vorgänge und möglicher damit verbundener Probleme eine Präferenz für Prepaid-Modelle: Nutzer buchen durch entsprechende Vorabüberweisungen nach Rechnungsstellung je nach Bedarf zusammenhängende Abfragewochen oder -monate, oder sie erwerben ein frei einsetzbares Kontingent von Nutzungstagen, das zu beliebigen Zeiten abgerufen werden kann. Eine entsprechende Staffelung der verschiedenen Abrechnungsmodi macht die Nutzung sowohl für regelmäßige als auch für sporadische Nutzer attraktiv. Jeder Nutzer kann seinen Status und seine Rechnungen über die Online-Schnittstelle nachvollziehen (Abb. 12). Bei Annäherung an das Zeitlimit werden rechtzeitig automatische Warnmails an die Kostenfunktionssachfrager verschickt, um zeitliche Nutzungsunterbrechungen zu vermeiden.

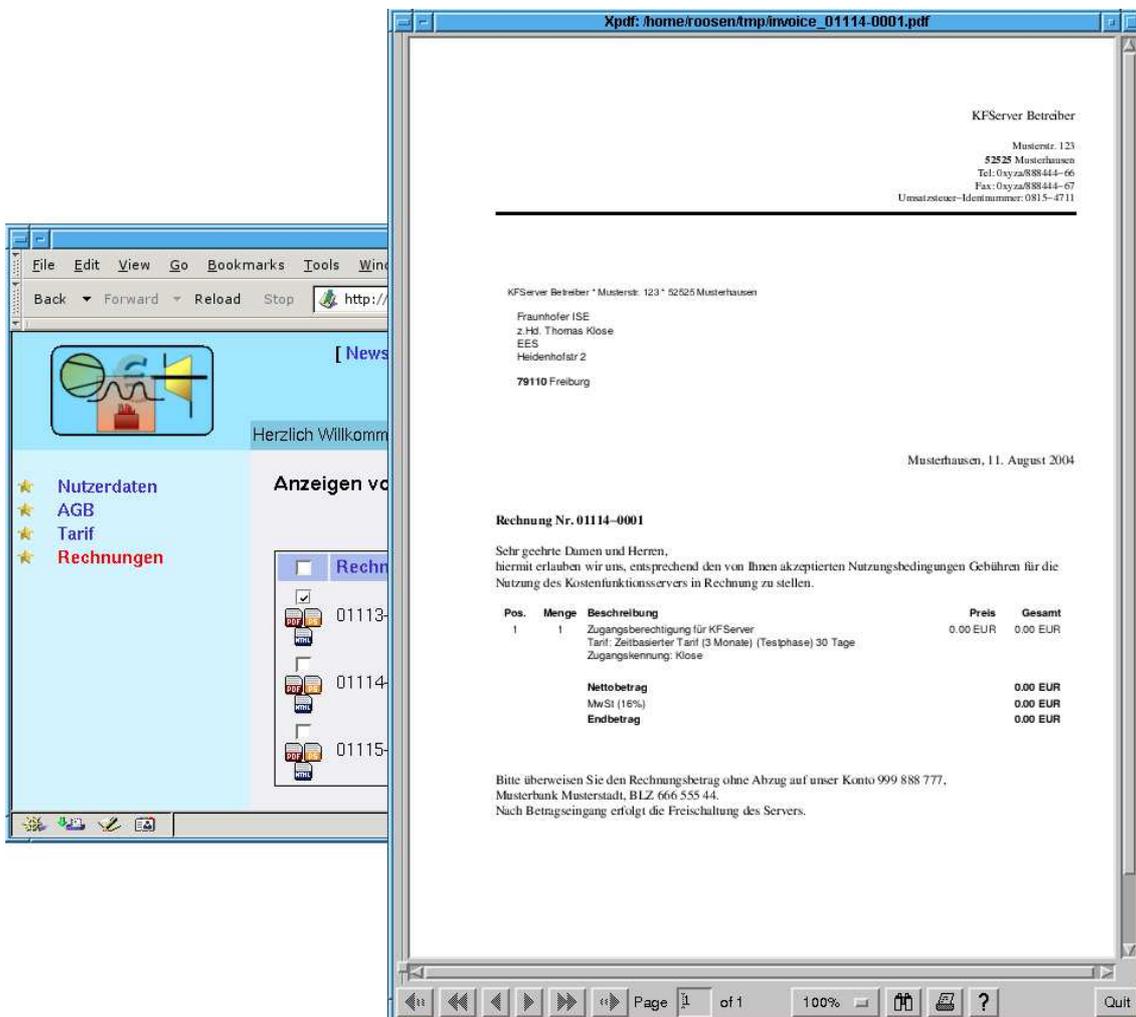


Abbildung 12: Seite zur Abfrage und Änderung persönlicher Daten (links) und eine auf Nachfrage generierte (Muster-)Rechnung im PDF-Format (rechts).

2.4.3 Validierung der Kostenfunktionen

An Beispielen aus der Auslegungspraxis wurden die Ergebnisse von Kostenfunktionssnachfragen überprüft. Dazu wurden von EUtech GbR und BFT GmbH, beides Mitglieder im projektbegleitenden Ausschuss, zahlreiche Angebote aus ihrer Beraterpraxis für unterschiedliche Module bereitgestellt. Die Ergebnisse zeigten im Rahmen der zu erwartenden Genauigkeiten für erste Abschätzungen (20 % — 30 %) eine gute Übereinstimmung. Teilweise war ein Vergleich der Preisdaten jedoch nicht möglich, da in den vorliegenden Angeboten z.B. Angaben zur Bauart fehlten oder die Druck- und Temperaturbereiche von denen des Kostenfunktionsservers abwichen.

2.5 Veröffentlichungen

Bislang wurden eine Pressemitteilung und eine Kurzbroschüre erstellt und an Multiplikatoren zwecks Informationsverbreitung über die Verfügbarkeit des KF-Servers weitergegeben. Eine Liste der erschienenen Pressemitteilungen ist im Anhang dargestellt. Der Server wurde darüber hinaus im Oktober 2003 auf der VDI-Fachtagung „Optimierung in der Energieversorgung“ im Rahmen eines Postervortrags vorgestellt und dort interessiert zur Kenntnis genommen. Auf dieser Tagung waren insbesondere Kostenfunktionsabfrager anwesend. Des Weiteren ist die Platzierung von ein bis zwei ausführlichen Artikeln in Fachzeitschriften in Vorbereitung.

Gespräche mit Vertretern der Gerätehersteller hinsichtlich der Einbringung ihrer Daten finden auch derzeit noch statt. Dazu wurde von den Projektpartnern ein Geräteanbieter-Workshop erarbeitet, der die speziellen Bedürfnisse dieser Nutzerseite bedient.

2.6 Derzeitiges Nutzerprofil

Mitte August 2004 haben sich neben den Entwicklern und den Teilnehmern des projektbegleitenden Ausschusses 40 industrielle Nutzer, 23 Vertreter aus Forschung und Lehre und 10 private Interessenten als Nutzer angemeldet. Aus dem Bereich von Forschung und Lehre wurde die Rückmeldung gegeben, dass der Webserver gerne auch für Ausbildungszwecke hinsichtlich energiesystem- und verfahrenstechnischer Auslegungsübungen genutzt wird, da er eine schnelle Kostenabschätzung für unterschiedliche Anlagenkonzepte bietet und so bei ansonsten rein technisch orientierten Auslegungen einen wesentlichen Praxisbezug ermöglicht.

Eine Analyse der Zugriffsstatistiken des Webservers zeigt, dass die durchschnittliche Anzahl der Besucher pro Tag langsam, aber kontinuierlich ansteigt und derzeit bei 20 liegt. Die Anzahl der hierbei abgerufenen Seiten liegt bei etwa 10 pro Besucher. Diese Nutzungszahlen werden auch im Ferienmonat August bislang gehalten. Man kann somit feststellen, dass der noch sehr junge Serverdienst bereits jetzt seine Interessenten findet.

2.7 Bewertung der Projektergebnisse durch den projektbegleitenden Ausschuss

In der Projektlaufzeit fanden insgesamt drei Sitzungen des projektbegleitenden Ausschusses statt, deren Protokolle im Anhang enthalten sind. Das erste Treffen ca. sieben Monate nach Projektstart diente der Vorstellung der Vorabversion. Bei diesem

Treffen wurde festgelegt, eine Betriebskostenberechnung zugunsten des Exportmoduls umzusetzen.

Acht Monate vor Projektende fand die zweite Sitzung statt, bei der eine Version des Servers vorgestellt wurde, die von den Mitgliedern bereits getestet werden konnte. Die Anzahl enthaltener Module beschränkte sich allerdings noch auf Wärmeezeuger, Speicher und Wärmeübertrager. Die Teilnehmer zeigten sich sehr zufrieden mit den Ergebnissen und äußerten zahlreiche Verbesserungsvorschläge hinsichtlich des Layouts und der Benutzerführung. Bei diesem Treffen wurde auch die mögliche Finanzierung des Betriebs des Kostenfunktionsservers nach Projektende vorgestellt und für gut erachtet.

Kurz vor Projektende fanden aufgrund von Terminschwierigkeiten der Mitglieder des PBA insgesamt drei Abschlusssitzungen statt, bei denen die Teilnehmer den Server nochmals online testen konnten. Auch hier bewerteten die Teilnehmer die Projektergebnisse durchweg positiv und als sehr nützlich für die tägliche Arbeit. Es wurde teilweise der Wunsch geäußert, noch weitere Module aufzunehmen, evtl. auch ohne Betriebskostenberechnung, falls diese sich als zu aufwändig gestalten sollten (dies ist z.B. bei Wärmepumpen der Fall, deren Wirkungsgrad abhängig von den Betriebstemperaturen ist). Es bestand jedoch Einigkeit, dass vor der Aufnahme weiterer Module der langfristige Betrieb des Servers sichergestellt werden sollte. Insgesamt bestätigten die Teilnehmer, dass die Projektziele erreicht wurden.

3 Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsergebnisses für kleine und mittlere Unternehmen

3.1 Voraussichtliche Nutzung der angestrebten Forschungsergebnisse

Der im Rahmen des vorliegenden Projekts aufgebaute Service ermöglicht einen durch dauerhafte Anbieter- und Nutzerinteressen selbsterhaltenden Zugang zu halbautomatisiert aktualisierten Kostenfunktionen energietechnisch relevanter Apparate per Internet, der zu frühen Zeiten des Planungsvorgangs einfache überschlägige Rechnungen effizient durchzuführen erlaubt. Eine große Zahl von Planungsbüros wird dieses Angebot bei ihrer Arbeit unmittelbar nutzen können.

Das Serversystem wird neben den Planungsbüros, die energietechnische Systeme auslegen, ebenfalls von Herstellern energietechnischer Komponenten und Systeme genutzt, von denen viele mittelständisch organisiert sind. Diese stellen ihre Kostendaten im Kostenfunktionsserver zur Verfügung und ersparen sich dadurch die zeitaufwändige Erstellung von Angeboten. Bei den Kontakten zu Herstellern wurde während der Projektlaufzeit oft bestätigt, dass mindestens 80% aller Angebote nicht zu einem Auftrag führen, da sie nur zu Preisabschätzungen genutzt würden. Außerdem bietet der Server Anbietern von Kostendaten eine hervorragend zielgruppenorientierte und kostenlose Werbepattform, da die mit dem System Arbeitenden ein unmittelbares Interesse nach entsprechenden Dienstleistungen haben und entsprechende Kontakte suchen werden.

3.2 Möglicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der kmU

Die meisten der im Themenbereich der Energiesystemplanung und des entsprechenden Anlagenbaus tätigen Unternehmen sind dem Bereich der kleineren oder mittelständi-

schen Unternehmen zuzurechnen. Sowohl Nutzer der Kostenfunktionsmodule als auch die Bereitsteller der Kostendaten gewinnen unmittelbare ökonomische Vorteile durch die Nutzung des aufzubauenden Dienstes:

Die Verfügbarkeit des Kostenfunktionsservers entlastet Planungsbüros bei der Beschaffung des für Wirtschaftlichkeitsberechnungen erforderlichen Datenmaterials. Statt eigener sehr zeit- und personalintensiver Preisrecherchen bei verschiedenen Herstellern können jeweils aktuelle Daten gegen ein geringes Entgelt aus dem Kostenfunktionsserver bezogen werden. Hierdurch können Kundennachfragen schneller bearbeitet werden und eine größere Vielfalt von Alternativen in hinreichendem Detaillierungsgrad in Erwägung gezogen werden. Dies führt zu einer Steigerung der Leistungs- und damit Wettbewerbsfähigkeit insbesondere gegenüber großen Planungsbüros oder Planungsabteilungen von Konzernen.

Hersteller ersparen sich als Datenlieferanten wie oben beschrieben die Erstellung einer Vielzahl unnötiger Angebote. Sie können mögliche Kunden zunächst an den Kostenfunktionsserver verweisen, der in frühen Planungsphasen ausreichend genaue Daten zur Verfügung stellt, und sie bitten, sich wieder zu melden, falls das Projekt konkret wird. In der Praxis kommt es nämlich oft vor, dass Hersteller aus Zeitgründen gar kein Angebot erstellen, wodurch sie mögliche Kunden verlieren. Zudem profitieren neben den kleineren und mittelständischen Herstellern insbesondere aufstrebende, innovative energietechnische Anlagen produzierende Firmen von der kostenlosen Möglichkeit, ihre Existenz und Produktinformationen über den Kostenfunktionsserver mit nur geringem personellen Aufwand ihrem unmittelbaren Klientel vorzustellen. Dies vermeidet teure Werbung und steigert die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber großen und bekannten Herstellern.

4 Verwertungsplan und Ausblick

In den nächsten Monaten wird sich zeigen, ob der Betrieb des Kostenfunktionsservers erfolgreich ist. Dazu müssen neben einer genügend großen Anzahl von zahlenden Kostenfunktionsabfragern auch genügend Hersteller zur Bereitstellung und Aktualisierung von Preisdaten gewonnen werden. Die Projektpartner streben daher zur Zeit eine weite Verbreitung und Bekanntmachung der Projektergebnisse an. Dazu werden neben den oben erwähnten Pressemitteilungen z.B. Links auf anderen Internetseiten platziert, Mailingaktionen durch die Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses durchgeführt und auf Tagungen und Messen Werbebroschüren verteilt.

Zurzeit ist die Nutzung des Servers für die Kostenfunktionsabfrager, also z.B. die Planungsbüros, noch kostenlos. Sobald genügend Hersteller die Aktualität der Preisdaten sicherstellen, wird ein geringer Kostenbeitrag erhoben. Den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses erschienen dabei folgende Entgelte als akzeptabel: Schnupperangebot (zehn Nutzungstage): 50 Euro, 30 Nutzungstage 130 Euro, ein Monat unbeschränkte Nutzung 60 Euro, 12 Monate unbeschränkte Nutzung 400 Euro. Bereits mit ca. 100 Nutzern pro Jahr ließe sich der Betrieb des Servers finanzieren.

Es ist zwecks dauerhaften Betriebs des KF-Servers geplant, diesen zur weiteren technischen Pflege an einen gemeinnützigen wissenschaftlichen Verein zu übergeben, der auch die gesamte Verwaltung der Nutzerkorrespondenz und der finanziellen Abwicklungen übernehmen wird. Zur Sicherstellung der inhaltlichen Pflege wird ein fester Prozentsatz der Betriebserlöse an die Entwickler (LTT, IUTA) zur weiteren Aktualisierung zurückfließen. Der Rest der eingenommenen Mittel wird neben der rein technischen

Bestandserhaltung in die Bekanntmachung des Systems und das Einpflegen weiterer Moduldaten und verbesserter Interaktionsschemata fließen.

Die vom KF-Server verwalteten und abrufbaren Daten können auch in verwandten Projekten sinnvoll genutzt werden. Dies gilt insbesondere für das ebenfalls von der AiF geförderte Projekt „Top-Energy“, einem Auslegungs- und Analyseprogramm für betriebliche Energieversorgungssysteme. Hier wäre eine direkte Ansprache und Abfrage von Kostendaten aus Top-Energy heraus über das Internet vorteilhaft, um den Nutzer von inhaltlich unnötigen Datenimportaufgaben zu entlasten. Daher wird die Implementation einer Schnittstelle mit dessen Entwicklern diskutiert.