

EnergieNetz – Eine webbasierte, erweiterbare Open-Source-Software für das Energiemanagement in lernenden Energieeffizienz-Netzwerken

Maximilian Schneider¹, Kurt Weissenbach², Volker Wohlgemuth¹

¹HTW Berlin
Studiengang Betriebliche Umweltinformatik
Wilhelminenhofstr. 75 A
12459 Berlin
Maximilian.Schneider@htw-berlin.de
Volker.Wohlgemuth@htw-berlin.de
²Modell Hohenlohe e.V.
Weststraße 37
74629 Pfedelbach
k.weissenbach@modell-hohenlohe.de

Abstract: Der vorliegende Beitrag beschreibt die Zielstellung und Konzeption einer webbasierten, erweiterbaren Open-Source-Software im Themenbereich Energiemanagement spezialisiert auf die Einsatzgebiete Experten-Netzwerke und betriebsinterne DIN EN ISO 50001. Unterstützt werden soll dies durch die Anbindung von mobilen Erfassungssystemen und der Etablierung einer auf Dauer angelegten Zusammenarbeit von Forschung, Lehre und betrieblicher Praxis zur Weiterentwicklung.

1 Motivation und Zielstellung

Steigende Energie- und Rohstoffpreise, ein verstärktes gesellschaftliches Interesse an Energiethemen und neue Kundenanforderungen führen dazu, dass der verantwortungsvolle Umgang mit Energie als Ressource immer wichtiger wird.

Im Jahr 2011 emittierte die deutsche Volkswirtschaft rund 917 Mio. t Treibhausgase [Um12]. In der effizienteren Nutzung der Energie sowie in der Substitution der fossilen Energieträger liegt ein erhebliches Minderungspotenzial der Emissionen. Die Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, für die kommenden Jahre eine Verbesserung der Energieproduktivität von jährlich 2,1% zu erreichen. Des Weiteren soll eine CO₂-Minderung der Treibhausgasemissionen von 30 bis 40% gegenüber 1990 erreicht werden [BB10]. Während der letzten 10 Jahre lag die jährliche Energieproduktivitätssteigerung der deutschen Wirtschaft bei ca. 1,8% [BB12]. Um die angestrebten Ziele der

Bundesregierung zur CO₂-Minderung und Energieproduktivität zu erreichen, ist demnach der aktuelle Trend bei Weitem nicht ausreichend auf dem Weg zu einer wirklich nachhaltigen Industriegesellschaft.

Kleine und mittlere Unternehmen (im Folgenden KMU) erwirtschaften in Deutschland rund 36% der Umsätze aller Unternehmen und beschäftigen rund 60% aller Arbeitnehmer/innen. Betriebe mit weniger als 500 Mitarbeitern stellen rund 85% aller Ausbildungsplätze [In13]. KMU bieten aufgrund der Vielzahl an existierenden Unternehmen insgesamt ein enormes Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland [Jo11].

Mit dem Managementsystem DIN EN ISO 50001, dem Energieaudit nach DIN EN 16247-1, lernende Energieeffizienz-Netzwerke (LEEN) sowie Eco Management and Audit Scheme (EMAS) existieren Instrumente, die dazu geeignet sind, das betriebliche Energiemanagement zu unterstützen und die Energieeffizienz in Unternehmen zu erhöhen. Zwar existieren allgemeine Leitfäden (siehe [De06; Bu09; LBG12]) als Hilfestellung zur Umsetzung entsprechender Managementsysteme und Energieeffizienzmaßnahmen, allerdings fehlt den meisten KMU neben den personellen wie finanziellen Ressourcen, das notwendige Know-how diese umzusetzen [Ei11]. Daneben existieren generelle Einstiegshürden in KMU [IT10; FH11]. Häufig sind Energieverbrauchsdaten unbekannt, Energiekosten intransparent und Unternehmen nicht hinreichend für das Thema Energie sensibilisiert [HSR11]. Ein in diesem Zusammenhang vielversprechender Ansatz, die sog. lernenden Energieeffizienz-Netzwerke (im Folgenden lernende Netzwerke), wurde in der Schweiz entwickelt.¹ Dieser Ansatz basiert darauf, dass mehrere Unternehmen mit dem Ziel zusammenarbeiten, kosteneffektiv Energie einzusparen, indem sie voneinander lernen. Dazu schließen sich 10 bis 15 Unternehmen einer Region aus unterschiedlichen Branchen zusammen. Durch einen regelmäßig moderierten Austausch von Kenntnissen und Erfahrungen der Energieverantwortlichen der jeweiligen Unternehmen werden Synergien und Innovationen gefördert, die Such- und Entscheidungskosten für Energieeffizienzmaßnahmen wesentlich reduzieren. Das Modell Hohenlohe e.V. führt seit 2002 bundesweit lernende Netzwerke durch. Besonders fehlendes, kompetentes Personal, der Mangel an notwendiger Zeit und die Sorge, Mitarbeiter/innen „unproduktiv“ für die Aufgabe binden zu müssen, lassen Inhaber von KMU nach den Erfahrungen des Modell Hohenlohe e.V. häufig davor zurückschrecken, sich für entsprechende Projekte zu entscheiden.

Seit 2010 führt das Modell Hohenlohe e.V. auch speziell auf die Bedürfnisse von KMU zugeschnittene lernende Netzwerke durch [WS12]. Damit KMU in der Lage sind, nach einer ersten, extern begleiteten Anlaufphase eigenständig Energieeffizienzfragestellungen zu bearbeiten und diese nachhaltig in den betrieblichen Alltag zu integrieren, ist es notwendig, methodisches Wissen in den Unternehmen aufzubauen und vorzuhalten. Hierzu wird ein Vorgehen benötigt, das zum einen das Lernen fördert und auf der anderen Seite einfach erschließbare konkrete Lösungen offeriert. Dies soll mit einer datenbankgestützten Softwarelösung, die im Zusammenwirken einer dynamischen, auf ständige Verbesserung der Instrumente und auf Erfahrungsaustausch ausgerichteten

¹ Siehe <http://www.energiemodell-zuerich.ch/www/index.php> (letzter Zugriff 23.06.2014).

Community von Softwareentwicklern, KMU und Ingenieuren basiert, erfolgen. Häufig ist es aufgrund der nicht gegebenen Offenheit ansatzweise nutzbarer Softwaresysteme mit fachspezifischer Funktionalität (z.B. zum Energiecontrolling, Werkzeuge zur Maßnahmenverwaltung etc.) nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand möglich, diese fachspezifische Funktionalität in einem anderen Kontext zur Verfügung zu stellen.

Kernidee des hier verfolgten Ansatzes ist daher die Nutzung von entsprechenden Komponenten, die typische „Fachfunktionen“ in einem geschlossenen, medienbruchfreien System bereitstellen. Die Nutzung und Entwicklung eines Plug-In basierten Open Source-Rahmenwerks soll es dem Anwender ermöglichen, sich sein System bausteinorientiert aus bestehenden Plug-In-Komponenten zusammen zu stellen, um flexibler auf die sich immer wieder ändernden Anforderungen reagieren zu können.

Ein wesentliches Hemmnis ist heute, dass bei KMU für klimaschützende und energiesparende Lösungen notwendige Daten nicht digital vorliegen. KMU müssen ihre Daten häufig noch, mit Stift und Papier erfassen und diese im Anschluss zur weiteren Nutzung in Tabellenkalkulationsprogrammen digitalisieren [DLW08]. Dies wird durch die derzeit am Markt verfügbaren, elektronisch unterstützten Controlling-Systeme nur bedingt gelöst, da diese einerseits von den KMU als zu kompliziert und zu teuer abgelehnt werden und andererseits die mit den Systemen generierten Daten für eine systematische, elektronische Weiterverarbeitung nicht zur Verfügung stehen.

Bisher gibt es keine Lösung, die in angemessener Weise die Vorteile einer überbetrieblichen Zusammenarbeit in „gemanagten“ Netzwerken mit den einzelbetrieblichen Anforderungen verbindet und so die Netzwerkvorteile in den Unternehmen ohne Medienbrüche zum Tragen bringt. Dies liegt zum einen daran, dass die Workflows der bestehenden Energiemanagementsoftware nicht einheitlich sind und zum anderen an den fehlenden Schnittstellen zur effizienten Datennutzung und Bewertung innerhalb eines Netzwerks von Unternehmen. Energiemanagementsoftware, die zumindest auf Teilaspekte adaptiert werden könnte, ist meist aufgrund ihres Fokus auf größere Unternehmen für den Einsatz in KMU funktional und damit finanziell überdimensioniert. Daher sind besondere Anforderungen in Bezug auf die Anpassbarkeit der Software zu beachten, welche es ermöglichen, die Funktionalität der Software unter Einbindung evtl. bereits vorhandener Insellösungen über Schnittstellen individuell bzw. flexibel an die unterschiedlichen betrieblichen Gegebenheiten eines KMUs anzupassen. Ebenso spielt die Gebrauchstauglichkeit der Anwendung eine Rolle. Künftig werden deshalb auch mobile Anwendungen für eine kostengünstige und flexible Datenerfassung an Bedeutung gewinnen und in ein Gesamtsystem eingebunden werden müssen. Mit mobilen Geräten (Smartphone/Tablet) konnte im Rahmen der Projekte MOEBIUS und OpenResKit bereits Erfahrungen zur Reduzierung des Aufwands bei der Datenerhebung sammeln und so die Bereitschaft in KMU, Daten für das Energie- und Stoffstrommanagement zu erfassen, erhöhen.

Durch den Einsatz einer flexiblen Open Source-Software und dem Aufbau einer, moderne Kommunikationsmittel nutzenden, Community versprechen sich die Autoren, die nachwachsende, für moderne IT-Werkzeuge aufgeschlossene Unternehmer-

generation für den Einstieg in einen systematischen, klimaschützenden Prozess zu gewinnen.

Der innovative Ansatz liegt darin, sowohl auf Seiten der methodischen Basis als auch auf der softwaretechnischen Umsetzungsseite je eine Community zu etablieren, welche sich der Idee der Unterstützung der Energieeffizienz in KMU verpflichtet fühlt. Das in dieser Abhandlung beschriebene Vorhaben nutzt hierzu die in den letzten Jahren aufgewachsenen Möglichkeiten von Social Media Ansätzen zu einer auf Dauer angelegten Zusammenarbeit von Forschung, Lehre und betrieblicher Praxis.

2 Konzeption

In diesem Vorhaben soll, in enger Zusammenarbeit mit praktischen Anwendern, ein auf KMU zugeschnittener Open Source basierter Softwarebaukasten entstehen, der die Reduzierung klimaschädlicher CO₂-Emissionen durch eine Steigerung der Energieeffizienz unterstützen soll. Die Zielgruppen des Projekts sind Träger von Energieeffizienz-Netzwerken, Ingenieure, Softwareentwickler und KMU. Bei dem Aufbau einer Community sollen darüber hinaus Organisationen der Wirtschaft und interessierte wissenschaftliche Institute als Multiplikatoren einbezogen werden. Ziel ist es, für KMU Methoden und Softwarewerkzeuge bereitzustellen, mit denen in einer ganzheitlichen Betrachtung des Unternehmens die Transparenz von Energiedaten erhöht, Energiedaten strukturiert erhoben und verarbeitet sowie Netzwerke gemanagt werden können. Eine zentrale Rolle spielen dabei einfache Softwarewerkzeuge, die den Nutzer bei Einzelproblemen unterstützen und zusätzlich dazu beitragen, eine strukturierte Datengrundlage für weitergehende Untersuchungen zu legen. Das Vorhaben baut auf die drei zentralen Säulen (siehe Abbildung 1) Wissen, Software und Schnittstellen auf, die miteinander verknüpft einen vielfältigen Fundus an Werkzeugen und leicht konsumierbares Wissen zum Thema Energieeffizienz bieten. Durch dieses Zusammenspiel sollen die Erfahrungen und das Wissen aus lernenden Netzwerken einer bundesweiten Gemeinschaft von KMU entsprechend des Open Source Ansatzes zur Verfügung gestellt werden, sodass auch deren Energieeffizienzpotenziale erschlossen werden können.

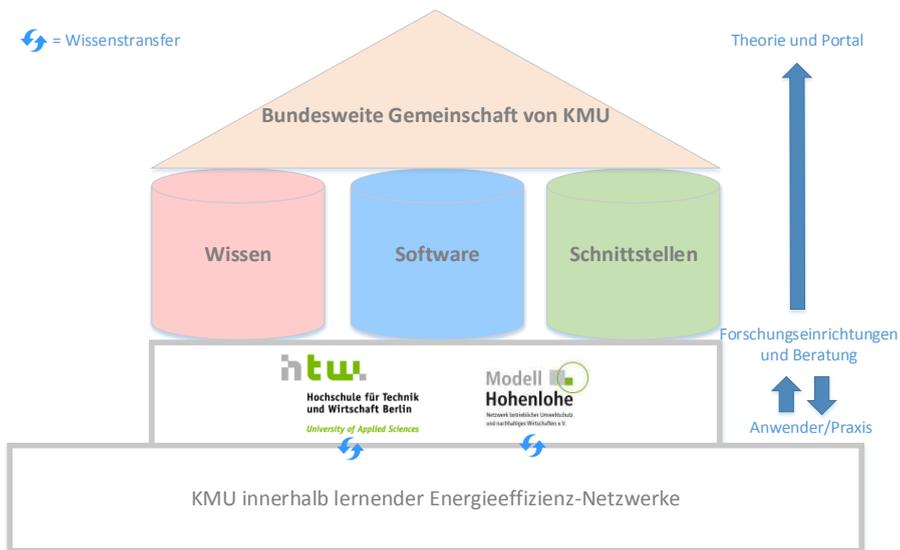


Abbildung 1: Geplanter Aufbau des Vorhabens

Software

Die Software ist die zentrale Säule, da sie die verschiedenen Akteure (Energiebeauftragter, Moderator, Netzwerkmanager und Energieberater) eines lernenden Netzwerks bei deren operativen Tätigkeiten wie Transparenzsteigerung, Planung und Datenerhebung in einem vollständigen digitalen Workflow unterstützen soll. Die zu erstellende Software setzt sich unter anderem aus einzelnen, einfachen, problem-spezifischen Softwaretools zusammen, die je nach Anwendungsfall für einfache Analysen und zur Administration entwickelt werden. Diese Softwaretools machen die Methoden aus der Säule "Wissen" unmittelbar digital nutzbar. Da Energieeffizienzanalysen unternehmensspezifisch sind und auf vorhandene Strukturen aufbauen müssen, bedarf die zugrundeliegende Softwarearchitektur einer für alle Plattformen flexiblen Kombinier- und Erweiterbarkeit. Eine entsprechende Softwarearchitektur wurde bereits im Rahmen des an der HTW Berlin durchgeführten Projekts OpenResKit entwickelt [Wo14]. Diese soll die Basis für einen im Unternehmen zentral betriebenen Server bilden und in ihren einzelnen Bestandteilen zusammen mit den problemspezifischen Softwarewerkzeugen über eine Webplattform veröffentlicht und so beliebig kombiniert werden können. Dazu wird der Quellcode frei zur Verfügung gestellt, sodass interessierte Unternehmen diesen entsprechend ihren individuellen Bedürfnissen anpassen können. Die Webplattform dient daneben im Wesentlichen zur Vereinfachung und Unterstützung der Kommunikation innerhalb lernender Netzwerke (siehe Abbildung 2). Teilnehmende Unternehmen können dabei entsprechend der Gegebenheiten und Bedürfnisse energierelevante Daten, Maßnahmen etc. direkt über die Benutzeroberfläche der Webplattform einpflegen oder diese automatisiert mit dem im Unternehmen optional betriebenen Server austauschen, welcher zusammen mit den problemspezifischen Softwarewerkzeugen eine genauere Analyse des Unternehmens erlaubt.

Somit kann je nach Erfordernis, Unternehmensgröße und vorhandener IT-Infrastruktur die passende Unterstützung für das Energiemanagement in einem lernenden Netzwerk angeboten werden.

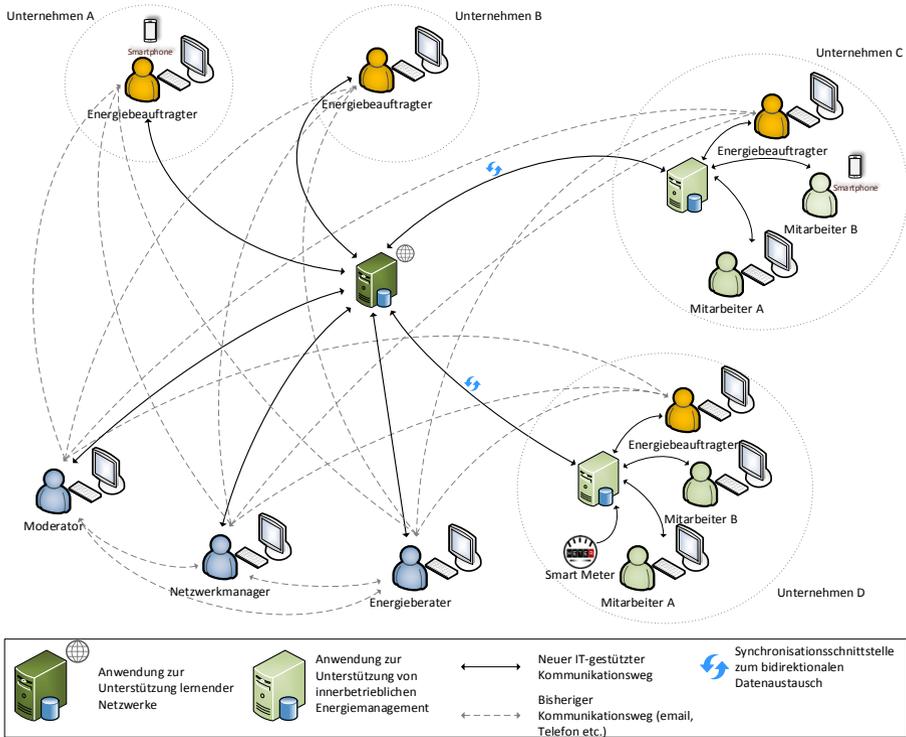


Abbildung 2: Schematische Darstellung EnergieNetz

Schnittstellen

Der zentral gehaltene Datenbestand, der durch die Verwaltung von Stammdaten auf einem datenbankgestützten Server und die einzelnen problembezogenen Softwaretools sowie die Anbindung gängiger Energiecontrolling-Systeme entstehen soll, ist intern untereinander verknüpft und bildet die Domäne des individuellen Betriebs ab. Um den bisherigen Kommunikationsaufwand innerhalb eines lernenden Netzwerks auf ein Minimum zu reduzieren, bietet die zentrale Anwendung standardisierte Webschnittstellen zum bidirektionalen Datenaustausch an und bildet im Zusammenspiel mit der dazugehörigen Webplattform ein mächtiges Instrument zur Optimierung und Unterstützung der Workflows innerhalb eines lernenden Netzwerks. Durch die Nutzung einer erweiterbaren Schnittstellentechnologie wird auch die Anbindung an weitere Systeme ermöglicht (BUIS/ERP).

Neben der genannten zentralen Anwendung existieren verschiedene mobile Anwendungen, die die Benutzer z.B. bei den für das Energiemanagement wichtigen Kontrollgängen oder Datenaufnahmen auf dem Firmengelände unterstützen sollen.

Wissen

Die Grundlage aller Tools sind wissenschaftlich belegte und erprobte Methoden, die nachvollziehbar präsentiert werden sollen. Ferner soll ein Vorgehensmodell entwickelt werden, das auf die unterschiedlichen Wissensstände der KMU reagieren kann. Gleichzeitig soll sich eine stetig wachsende Gemeinschaft etablieren, die einen regen Austausch von Ideen und Maßnahmen zur Energieeffizienz über das Wissensportal forciert. Neben den Ergebnissen aus diesem Vorhaben soll auch aus Forschungsprojekten mit ähnlicher Zielsetzung die Möglichkeit gegeben werden, ihre Ergebnisse in einem „Anwenderforum“ zu präsentieren. Dazu soll auf technischer Seite eine Webplattform in Form eines Forums für die wachsende, fachlich orientierte Community des Modell Hohenlohe e.V., bestehend aus Ingenieuren und Unternehmen, entstehen, um methodisches und technisches Wissen suchen, austauschen und einbringen zu können (siehe Abbildung 3). Daneben soll die Community des Partners HTW Berlin bestehend aus Softwareentwicklern und angehenden Softwareentwicklern (Studierende) ebenfalls in dem Forum integriert werden. Somit entsteht eine ganzheitliche Gemeinschaft aus Anwendern, Technikern und Softwareentwicklern, welche neben dem Gedankenaustausch im Forum zu Themen, auch speziellere Problemstellungen oder Anforderungen in Form von Arbeitskreisen oder direkten Aufträgen (Marketplace) bearbeitet und umsetzt. Somit soll die hier entstehende Softwarelösung auch über die Projektlaufzeit hinaus durch weitere Softwarekomponenten/Tools ergänzt werden.

Eine Einbeziehung neuer Gemeinschaftsmitglieder soll durch die Präsentation auf Konferenzen und bei Unternehmensnetzwerken (Handelskammern, regionale Verbände), sowie der Anbindung an Social Media Plattformen (XING, Twitter, Facebook, etc.) erfolgen, wodurch ein Wachstum der Gemeinschaft angestrebt wird.

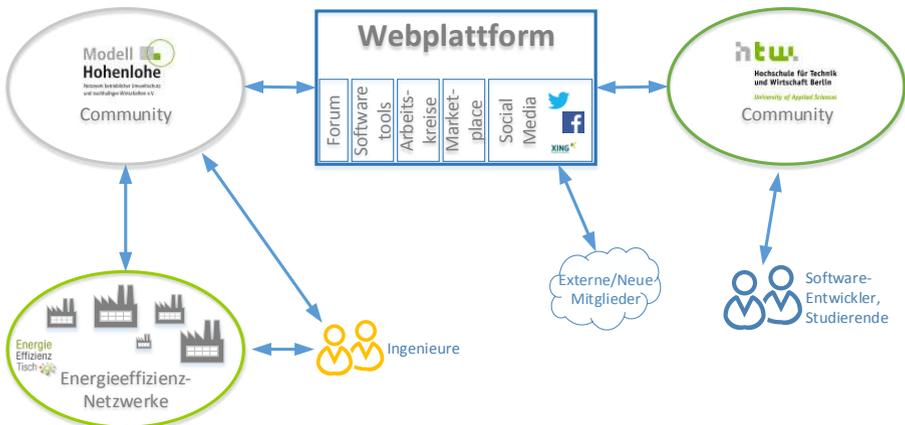


Abbildung 3: Webplattform als Bindeglied der Communities

3 Technische Umsetzung

Als Grundlage für die Entwicklung des firmeninternen Servers, sollen die Ergebnisse der im Projekt OpenResKit entwickelte Client-/Server-Architektur herangezogen werden. Die Architektur stellt dabei eine modular erweiterbare Domänenschicht zur Datenhaltung und -verteilung zur Verfügung.

Zur Entwicklung der Webplattform wird die ASP.NET Technologie herangezogen, welche auf dem Microsoft .NET Framework aufsetzt und es erlaubt, lernende Netzwerke mit den dazu gehörenden Unternehmen und deren Stammdaten (Energiebezüge, Energie-relevante Anlagen, Maßnahmen etc.) zu verwalten. In ihrer Gesamtheit bilden diese Daten, umgesetzt durch Plain Old CLR Objects (POCO), das Domänenmodell der zugrundeliegenden Anwendungsdomäne ab. Während das Domänenmodell dem objekt-orientierten Paradigma unterliegt, wird die Persistierung der Daten mit Hilfe eines relationalen Datenbankmodells realisiert. Um diesen Paradigmenwechsel zu vollziehen, wird ein objektrelationaler Mapper auf Basis von Microsoft Entity Framework (EF) verwendet, der eine Abstraktionsschicht zwischen der Domänenschicht und der Persistenz (Structured Query Language (SQL) Datenbank) bietet, die eine direkte Interaktion mit der Datenbank überflüssig macht. Da damit zu rechnen ist, dass die Webanwendung eher gelegentliche Anwendung im betrieblichen Alltag findet, stellen sich besondere Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit der Anwendung. Durch eine einfache Bedienung mit klar verständlichen Aufgaben, die einfach zu erlernen sind, soll so die Akzeptanz der Anwendung gegenüber der Nutzer erhöht werden. Realisiert werden soll dies durch gängige Bedienungskonventionen, Gestaltungsvorlagen sowie eine hohe Performanz mit einer vielfältigen Menge an Interaktionsmöglichkeiten über die Benutzungsoberfläche. Genutzt wird hierzu u.a. das Konzept der sog. Single-Page-Application (SPA), wonach die Anwendung nur aus einem einzigen Hypertext Markup Language (Html)-Dokument besteht, dessen Inhalte dynamisch mittels JavaScript und Asynchronous JavaScript and XML (Ajax)-Technologie nachgeladen werden. Dafür muss seitens des Servers ein entsprechender Webservice angeboten werden, der es gestattet, über eine standardisierte Schnittstelle Daten mit einem Webbrowser auszutauschen. Dazu implementiert der Server einen Representational State Transfer (REST)-Webservice mit Hilfe von Web API, der es erlaubt die auf dem Server persistierten Daten in Form von JavaScript Object Notation (JSON) bzw. Extensible Markup Language (XML) nicht nur einem Webbrowser sondern auch anderen Applikationen wie z.B. mobile Clients (Smartphone/Tablet) zur Verfügung zu stellen.

4 Webplattform

Das hier vorgestellte Projekt EnergieNetz befindet sich derzeit in der Phase der Implementierung der Webplattform, wobei ein iteratives Vorgehen verfolgt wird, d.h., dass Anforderungsanalyse, Konzeption und Umsetzung in einem sich wiederholenden Prozess ablaufen. Nach derzeitigem Stand und einem Top-down-Ansatz zugrunde liegend steht die Umsetzung eines mandantenfähigen Netzwerkmanagements² mit den

² Hiermit ist die Verwaltung von lernenden Netzwerken gemeint.

dazugehörigen Unternehmen und Benutzern im Fokus der Entwicklung. Das bedeutet, dass je nach Autorisierung des am System angemeldeten Anwenders, verschiedene Rechte gelten. Danach verfügen die Anwender - Moderator, Netzwerkmanager und Energieberater - über Lese- und Schreibrechte auf Netzwerkebene, während die Energiebeauftragten der Unternehmen lediglich Rechte auf ihr eigenes Unternehmen verfügen. Aktuell erfolgt die Umsetzung eines Dashboards zur Visualisierung von Energieverbrauchsdaten sowie CO₂-Emissionen auf Netzwerkebene. Die Benutzungsoberfläche, umgesetzt mittels responsive Webdesign³, erlaubt über eine linksbündige Navigationsleiste zwischen den verschiedenen im System vorhandenen lernenden Netzwerken und deren Unternehmen zu navigieren (siehe Abbildung 4). Als Anwendungsbeispiel wurden die anonymisierten Daten eines in der Vergangenheit erfolgreich durchgeführten lernenden Netzwerks in das System eingepflegt. Das Dashboard soll dem Netzwerkmanager, Moderator oder Energieberater die Möglichkeit geben sich einen schnellen Überblick über den derzeitigen Stand der betreuten lernenden Netzwerke zu verschaffen.

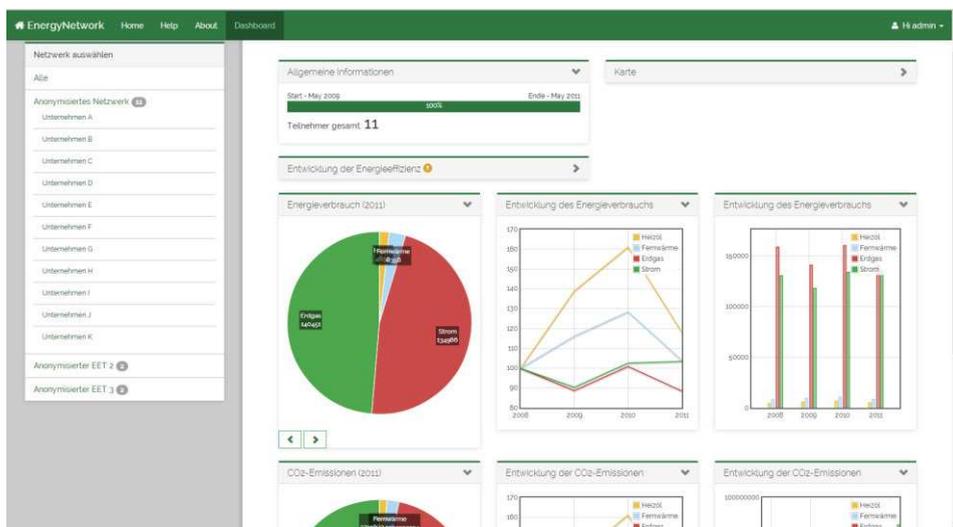


Abbildung 4: Screenshot Dashboard

5 Nächste Schritte und Ausblick

Bezüglich des Einsatzes der Software gibt es unter den Mitgliedsbetrieben des Modell Hohenlohe e.V. (KMU, Ingenieurbüros) bereits erhebliches Interesse. Bei KMU wird die günstige, einfache, modular auf die jeweiligen Bedürfnisse zugeschnittene Software in Verbindung mit einer über Netzwerke geführten Implementierung in den Betrieben zu einem Abbau von Hemmnissen führen, die bisher den Einstieg in Maßnahmen zur

³ Responsive Webdesign ist ein gestalterischer und technischer Ansatz zur Erstellung von Webseiten. Dieser erlaubt die Anordnung und Darstellung der Webseite, entsprechend der Anforderungen und Möglichkeiten des jeweils verwendeten Endgeräts (Desktop, Smartphone und Tablet), anzupassen.

Energieeffizienzsteigerung und zum Abbau des klimaschädlichen CO₂ entgegenstehen. Eingebunden in eine bundesweite Community werden sie leichten Zugang zu vorhandenem Wissen bzgl. der Energieeffizienzsteigerung in KMU haben und mittels der entwickelten Software das verfügbare sowie neues Wissen in den Unternehmen transparent und leicht zugänglich über lange Zeiträume aufbauen und konservieren können. Die bisher in KMU wenig verbreitete Dokumentation von Energieverbrauchszahlen und Effizienzfortschritten wird einen Benchmark ermöglichen, der die Unternehmen zu weiteren Anstrengungen im Hinblick auf klimaschützende Maßnahmen motivieren wird. Außerdem aufbereitet und bündelt das Vorhaben dauerhaft in strukturierter Art und Weise bekanntes Methodenwissen aus Wirtschaft und Wissenschaft auf KMU und ermöglicht darüber hinaus direktes Feedback von den KMU in den Communities von Softwareentwicklern und Ingenieurbüros. Dadurch wird es ermöglicht auf KMU zugeschnittene Werkzeuge sich ändernden Bedürfnissen unter Berücksichtigung der technischen Weiterentwicklung fortlaufend anzupassen. Dabei werden der Open Source-Ansatz und die bis zum Ende des Projekts institutionalisierte Community dazu beitragen, dass vorhandener Sachverstand verschiedenster Disziplinen erschlossen werden kann und sich die klimaschützenden Wirkungen nicht nur verstetigen, sondern potenzieren werden.

Literaturverzeichnis

- [Bu09] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.). (2009). Energieeffizienz – Die intelligente Energiequelle – Tipps für Industrie und Gewerbe. Berlin.
- [BB10] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.). (2010). Das Energiekonzept der Bundesregierung 2010 und die Energiewende 2011. München.
- [BB12] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.). (2012). Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. München.
- [DLW08] Demir, S., Lotter, M. & Wohlgemuth, V., (2008). Durchführung einer Stoffstromanalyse als Ausgangspunkt für eine Potenzialanalyse mit den Schwerpunkten Material- und Energieeffizienz bei der PanTrac GmbH. In: Konzepte, Anwendungen, Realisierungen und Entwicklungstendenzen betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIS). Aachen: Shaker Verlag, S. 213-228.
- [De06] Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) (Hrsg.). (2006). Energie effizient – Wie Industrie und Gewerbe Energie sparen können.
- [Ei11] Eichhammer, W., Kohlhaas, M., Neuhoff, K., Rohde, C., Rosenberg, A. Schlomann, B. (2011). Untersuchung des Energieeinsparpotentials für ein Nachfolgemodell ab dem Jahr 2013ff zu Steuerbegünstigungen für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sowie der Land- und Forstwirtschaft bei der Energie- und Stromsteuer – Endbericht. Berlin: Bundesministerium der Finanzen (BMF).
- [FH11] Fraunhofer ISI, IREES, Hassan, A. (Hrsg.). (2011). Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen von industriellen Branchentechnologien durch Prozessoptimierung und Einführung neuer Verfahrenstechniken - Schlussbericht. Karlsruhe u.a.

- [HSR11] Hirzel, S., Sontag, B., Rohde, C. (2011). Kurzstudie - Betriebliches Energiemanagement in der industriellen Produktion. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI). Karlsruhe.
- [In13] Institut für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn (2013): Abgerufen am 19. März 2014 von <http://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/#accordion=0&tab=1>
- [IT10] Irrek, W.; Thomas, S. (2010): Markttransformation und politische Instrumente. In: Pehnt M (Hrsg.): Energieeffizienz – Ein Lehr- und Handbuch. Heidelberg: Springer S. 35-86.
- [Jo11] Jochem, E., Herbst, A., Mai, M., Reitze, F., Toro, F. A. (2011). Untersuchung des Energieeinsparpotentials für ein Nachfolge-Modell ab dem Jahr 2013ff zu Steuerbegünstigungen für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sowie der Land- und Forstwirtschaft bei der Energie- und Stromsteuer - Gutachten. Karlsruhe: Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES GmbH).
- [LBG12] Lieback, J.; Buser, J.; Gnebner, D. (2012): Leitfaden zum effizienten Energiemanagement - über drei Stufen in 18 Schritten zum effizienten Energiemanagement. GUTcert.
- [Um12] UBA (2012): Umweltbundesamt. Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. Abgerufen am 19. März 2014 von http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/2012_12_13_em_entwicklung_in_d_trendtabelle_thg_v1.2.0.zip
- [WS12] Weissenbach, Kurt; Szilinski, Jürgen (2012): Abschlussbericht - Erster EnergieEffizienz-Tisch für KMU. Abgerufen am 19. März 2014 von <http://www.modell-hohenlohe.de/download.php?file=af3f27e0791475e49d6975c3334c7e8e>
- [Wo14] Wohlgemuth, V., Krehahn, P., Ziep, T., Schiemann, L. (2014): Entwicklung eines Open-Source basierten Baukastens zur Unterstützung und Etablierung der Ressourceneffizienz in produzierenden KMU. In: Konzepte, Anwendungen, Realisierungen und Entwicklungstendenzen betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIS) – Konferenzband zu den 6. BUIS-Tagen. Aachen: Shaker Verlag.