

OpenResKit – Herausforderungen und aktuelle Entwicklungstendenzen bei der software-technischen Unterstützung von Ressourcen- und Energieeffizienzfragestellungen auf der Basis einer Client-/Server-Architektur

Peter Krehahn, Tobias Ziep, Lars Schiemann, Volker Wohlgemuth¹

Abstract

Das Projekt OpenResKit beschäftigt sich mit der Erstellung von Open-Source-basierenden Softwarewerkzeugen zur Unterstützung von innerbetrieblichen Ressourcen- und Energieeffizienzfragestellungen. Dabei werden vornehmlich kleine und mittlere Unternehmen (KMU) fokussiert, welche auf Grund ihrer Anzahl ein erhöhtes Potential zur Steigerung eben dieser Fragestellungen bieten (VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, 2011, S. 4). Der hier beschriebene Beitrag soll die Vision des Projektes, den Stand der aktuellen Methodenauswahl und deren softwaretechnischen Umsetzungsmöglichkeiten aufzeigen. Spezieller soll die umgesetzte Softwarearchitektur des Forschungsprojekts OpenResKit erläutert werden.

1. Motivation und Zielstellung

Kleine und mittlere Unternehmen (im Folgenden KMU) bieten aufgrund ihrer Anzahl insgesamt ein riesiges Potential zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Deutschland (vgl. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, 2011, S. 4). Es ist häufig dabei erforderlich, jedes Unternehmen individuell zu analysieren und daraus unternehmensspezifische Maßnahmen zur Effizienzsteigerung abzuleiten. Durch den entstehenden Aufwand scheiterten bisherige Anstrengungen, Ressourceneffizienzfragestellungen in KMU nachhaltig zu verankern, da bisher nur allgemeine Leitfäden als Hilfestellung gegeben wurden und der individuelle Beratungsaufwand als zu hoch eingeschätzt wird (vgl. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, 2011, S. 22). Es besteht die Notwendigkeit, methodisches Wissen im Unternehmen aufzubauen, um einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess in bestehende Geschäftsprozesse zu integrieren, da der Ressourceneffizienz im Allgemeinen ein hoher Stellenwert zugemessen wird (vgl. Erhardt & Pastewski, 2010, S. 15).

Um der finanziellen und personellen Situation in KMU gerecht zu werden, ist es ferner erforderlich, die Einstiegshürden zur Betrachtung von Ressourceneffizienzfragestellungen möglichst gering zu halten. Diese Hürden sind nach Bullinger & Beucker (vgl. Bullinger & Beucker, 2000):

- Hohe Investitionskosten,
- großer zeitlicher Aufwand zum Einstieg in die Thematik und ein
- großer Datenbedarf bzw. Aufwand der Datenerhebung oder -aufbereitung.

Durch die Erfahrung mit unterschiedlichen Praxispartnern, stellen die Autoren fest, dass es auch heute noch keine Seltenheit ist, dass umweltrelevante Informationen in KMU nur teilweise in digitaler Form vorliegen. KMU erfassen ihre Daten, insbesondere wenn Zählerstände bestimmter Stoffströme (Wasser, Gas, Energie, Druckluft etc.) verarbeitet werden müssen, mit Stift und Papier und digitalisieren diese im Anschluss zur weiteren Nutzung in Tabellenkalkulationsprogrammen (vgl. Demir, et al., 2008). Dieser in der Praxis auftretende Medienbruch stellt insbesondere für KMU ein Hemmnis zur Identifikation von

¹ Alle Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Fachbereich II, Projekt OpenResKit, Wilhelminenhofstraße 75A, 12459 Berlin

stofflichen und energetischen Verbesserungspotenzialen dar. Um dieses Hemmnis zu umgehen und den Aufwand der Datenerhebung zu reduzieren, sollen im Projekt OpenResKit Sachverhalte mit hohem Datenbedarf mit einer mobilen Erfassungskomponente ausgestattet werden, um eine durchgehende digitale Erfassung sicherzustellen. Es soll dabei auf moderne Smartphones und Tablets zur Erfassung umweltrelevanter Daten gesetzt werden, da KMU häufig aus Kostengründen nicht über Smart-Meter zur Erfassung von Energiedaten verfügen. Auch sollen nicht nur Energieströme betrachtet werden, sondern allgemeiner alle potentiell wichtigen Stoffströme mobil erfasst werden können. Der Einsatz dieser modernen Technologien soll außerdem die Akzeptanz der Benutzer steigern, da sie diese bereits aus dem Privatbereich kennen und dadurch mit der Bedienung vertraut sind. Die umweltrelevanten Daten bilden neben in anderen betrieblichen Informationssystemen vorhandenen eine wesentliche Informationsquelle für die erfolgreiche Durchführung von computergestützten Ressourceneffizienzmaßnahmen.

Die Idee des in diesem Beitrag beschriebenen Forschungsprojektes OpenResKit ist es, Wissen zur Ressourceneffizienzproblematik in Form von wiederverwendbaren und erweiterbaren Softwarebausteinen bereitzustellen, die von den KMU individuell angepasst werden können. Um dies zu ermöglichen, werden die konzipierten und entwickelten Bausteine unter einer Open-Source-Lizenz veröffentlicht. Dadurch werden außerdem die hohen Investitionskosten für Verbesserungen im Bereich der Ressourceneffizienz reduziert.

Die Softwarebausteine stellen Methoden und Verfahren zur Identifikation von Ressourceneffizienzpotenzialen bereit, sollen jedoch nicht mit Funktionalitäten überfrachtet sein. Eine einfache Bedienbarkeit und eine geringe Komplexität der einzelnen Bausteine stehen im Vordergrund. Die Softwarebausteine beschränken sich dazu auf abgegrenzte Aspekte der Ressourcenproblematik. Beispielsweise kann ein Baustein die Berechnung eines Carbon-Footprints² beinhalten, während ein anderer sich auf die Erfassung und Visualisierung von Stoffströmen fokussiert. Die Architektur stellt sicher, dass ein Austausch von relevanten Daten von einem Baustein zu einem anderen möglich ist. Bausteine können andere erweitern bzw. nutzen und somit existente Daten in einen neuen Kontext setzen.

Innerhalb des OpenResKit-Projektes soll auch eine „klassische“ Wissenskomponente zum Einsatz kommen, um das Auffinden für bestimmte Fragestellungen relevanter Bausteine und die Nutzung des Softwarebaukastens insgesamt zu vereinfachen. Als Grundlage für die Wissenskomponente werden die Erfahrungen des vorangegangenen Projektes RESEFI (vgl. Zabel, et al., 2010) genutzt und ein Webportal³ für KMU geschaffen, das aufbereitetes Wissen und Anwendungsmöglichkeiten rund um das Thema Ressourceneffizienz präsentiert. Rund um die Softwarebausteine werden KMU dort Handlungsempfehlungen für einfache Fragestellungen hinsichtlich der Ressourceneffizienz zur Verfügung gestellt. Das Portal hat ebenfalls das Ziel, einen Erfahrungsaustausch rund um Ressourceneffizienzmaßnahmen von KMU untereinander anzuregen.

Im OpenResKit-Projekt soll daher mit der Bereitstellung von Methoden in Form von Softwarewerkzeugen, Leitlinien und Hilfestellungen, die Möglichkeit geschaffen werden, KMU beim Thema Ressourceneffizienz ganz allgemein zu unterstützen und das Wissen langfristig im Unternehmen zu halten. Die Präsentation der einzelnen Softwarebausteine mit der dahinterstehenden Methodik auf dem Webportal und die Möglichkeit der Kommunikation mit Mitgliedern aller Anspruchsgruppen soll helfen, eine Ressourceneffizienzkompetenz im Unternehmen aufzubauen, um vorhandene Maßnahmen und Methoden aus anderen Branchen für das Unternehmen bewerten und gegebenenfalls umsetzen zu können. Dabei werden auf Erfahrungen und Ergebnisse der Projekte MOEBIUS (vgl. Wohlgemuth, et al., 2010) und RESEFI aufgebaut. In MOEBIUS standen Fragestellungen rund um die mobile Unterstützung der Datenaufnahme im be-

² CO₂-Fußabdruck - Die Gesamtmenge an CO₂ (bzw. CO₂-Äquivalenten) die von einer Organisation, einem Produkt, einem Ereignis oder einer Person verursacht wird.

³ siehe <http://openreskit.htw-berlin.de>, abgerufen am 02.07.2013

trieblichen Umweltschutz im Vordergrund, wobei RESEFI die Identifikation und Aufbereitung von Wissen zum Thema Ressourceneffizienz in KMU allgemein fokussierte.

Die gesammelten Erfahrungen sollen nun in einem umfassenden Ansatz zusammengefasst und als erweiterbares Softwarebaukastensystem nachhaltig bereitgestellt werden. Dabei wird jedoch nicht der Anspruch erhoben, ein betriebliches Umweltinformationssystem der „nächsten“ Generation zu schaffen, sondern durch kleine, erweiterbare, nützliche Softwaretools die anfänglich genannten Hemmnisse für KMU abzubauen und sich mit dem Thema Ressourceneffizienz zu beschäftigen.

2. Vision von OpenResKit

Im Projekt OpenResKit soll dazu ein Open-Source basierter Softwarebaukasten entstehen. 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. Diese aufwändig erhobenen und aufbereiteten Daten sollen dann über frei konfigurierbare Schnittstellen sowohl in komplexer Fachsoftware (wie z.B. Simulationssystemen) als auch in einfacher Standardsoftware (z.B. MS Office, Software e!Sankey) weiter genutzt werden können. Um einen optimalen praktischen Bezug zu gewährleisten, wird eng mit produktions- und ressourcenintensiven Berliner KMU zusammengearbeitet.

OpenResKit baut dabei auf die drei zentralen Säulen Wissen, Software und Schnittstellen auf (vgl. Abbildung 1), die miteinander verknüpft einen vielfältigen Fundus an Werkzeugen und leicht konsumierbarem Wissen zum Thema Ressourceneffizienz bieten. Ein großer Vorteil ist die Skalierbarkeit des Ansatzes, der sowohl Einsteiger mit einfachsten Tools anspricht, als auch Fortgeschrittenen die Möglichkeit bietet, komplexere Analysen wie z.B. Simulationen durchzuführen.

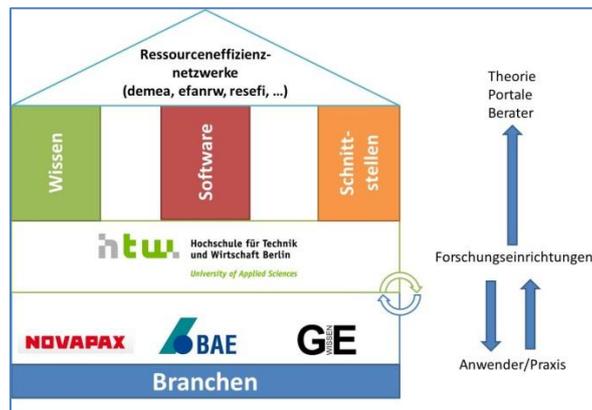


Abbildung 1 Säulen von OpenResKit

Wissen

Die Grundlage aller Tools sind wissenschaftlich belegte und erprobte Methoden, die nachvollziehbar präsentiert werden sollen. Ferner soll ein Vorgehensmodell entwickelt werden, das als Ausgangspunkt und schrittweise Anleitung für KMU mit unterschiedlichen Wissensständen zum Thema Ressourceneffizienz dienen soll. Wenn es erforderlich ist, soll eine spezielle Hilfe die Komplexität der Methoden und der Software für den Endnutzer reduzieren. Die in einem anderen Projekt hervorgegangene RESEFI-Plattform⁴ soll soweit wie möglich weiter verwendet und ausgebaut werden. Sie dient der Bereitstellung

⁴ siehe <http://resefi.de/>, abgerufen am 02.07.2013

von Wissen, der Verbreitung von Softwaretools und der Kommunikation aller Anspruchsgruppen untereinander.

Software

Die Software ist die zentrale Säule, da sie die operativen Tätigkeiten wie Transparenzsteigerung, Planung und Datenerhebung des Anwenders in einem vollständig digitalen Workflow entlang des Vorgehensmodells unterstützen soll. Die zu erstellende Software setzt sich unter anderem aus einzelnen, einfachen, problemspezifischen Softwaretools zusammen, die je nach Anwendungsfall für mobile Plattformen z.B. zur Datensammlung oder als Desktop-Applikation für einfache Analysen oder für die Administration entwickelt werden. Diese Softwaretools machen die Methoden aus der Säule „Wissen“ unmittelbar digital nutzbar. Neben den problemspezifischen Softwarewerkzeugen existiert ein zentraler Softwareteil (siehe Abschnitt 3.2), der als Datenquelle und -senke für diese dient. Diese zentrale Software bietet eine standardisierte Webschnittstelle zum bidirektionalen Datenaustausch mit verschiedenartigen Clients. Da Ressourceneffizienzanalysen zwangsläufig unternehmensspezifisch sind und dadurch in anderen Unternehmen andere Tools benötigt werden, muss die Softwarearchitektur für alle Plattformen flexibel kombinier- und erweiterbar sein.

Schnittstellen

Der zentral gehaltene Datenbestand, der durch die Verwaltung von Stammdaten im OpenResKit HUB und die einzelnen problembezogenen Softwaretools entstehen soll, ist intern untereinander verknüpft und bildet die Domäne des individuellen Betriebs ab. Diese Daten sollen über verschiedene Schnittstellenformate in anderen Programmen nutzbar gemacht werden, um diese be- bzw. weiterverarbeiten zu können. Dabei sollen sowohl einfache Verarbeitungsschritte wie Visualisierung und Aggregation als auch komplexere Aufgaben wie die Simulationen von Produktionssystemen unterstützt werden. Durch die Nutzung einer erweiterbaren Schnittstellentechnologie ist die Anbindung an weitere Systeme denkbar (BUIS/ERP).

3. Technische Umsetzung

3.1 Gesamtarchitektur

Bei der Architektur wird eine Client-/Server-Architektur angestrebt, welche in der Technikauswahl für die Clients offen gestaltet ist. Hier wurde mit Hilfe des WCF-Service⁵ und dem OData-Protokoll⁶ die Möglichkeit geschaffen, mobile Clients und auch Desktopanwendungen zu gestalten, welche direkt mit dem Server kommunizieren. Auch ist es möglich, komplexere Berechnungsschritte durch den Server zu verarbeiten und die Ergebnisse auf den Client zurück zu übertragen. Die Gesamtarchitektur ist in der Abbildung 2 dargestellt und zeigt die unterschiedlichen Domänenmodelle in Form von Serveranwendungskomponenten, welche mit unterschiedlichen Clients über das OData-Protokoll kommunizieren können.

Pro Anwendungsdomäne soll ein mobiler Client und ein Desktopclient entstehen, welche in der Abbildung 2 als Datenerfassungs-Clients und Administrations-Clients dargestellt sind. Die Erfahrung aus dem MOEBIUS Projekt hat den Autoren gezeigt, dass die Verwaltung von Stammdaten und die Planung von Erfassungsrundgängen eher administrativ am Festrechner vorgenommen werden und sich teilweise als umständlich auf mobilen Geräten entpuppt haben.

⁵ siehe <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/vstudio/cc668792.aspx>, abgerufen am 02.07.2013

⁶ siehe <http://www.odata.org/>, abgerufen am 02.07.2013

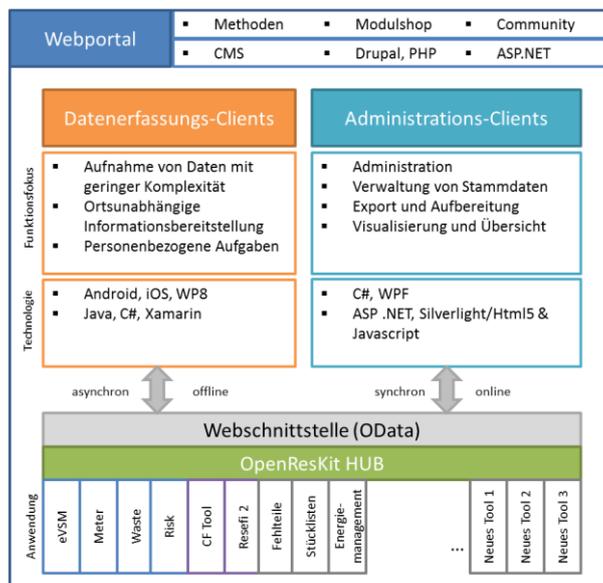


Abbildung 2 Architektur von OpenResKit

Die Architektur soll zum Ende des Projektes durch die Schaffung eines „Konfigurators“ komplettiert werden, welcher im Webportal die Suche nach Schlagworten (bspw. Ökobilanzierung, Energiedatenerfassung) ermöglicht und so den richtigen Installer, d.h. den OpenResKit HUB mit den benötigten Domänen und die jeweiligen Desktop-Clients, generiert und somit für die persönlichen Bedürfnisse des Anwenders das notwendige Softwareportfolio bereitstellt.

3.2 OpenResKit HUB

In den Projekten EcoFactory⁷, RESEFI⁸ und MOEBIUS⁹ wurde das von der HTW in Teilen mitentwickelte, erweiterbare Softwarerahmenwerk EMPINIA¹⁰ als Grundlage für Plug-In-basierte Softwareentwicklungen verwendet. Dieses ist jedoch vor Allem für die Entwicklung von Desktopsoftware ausgelegt und bietet eine enge Verzahnung von Benutzungsoberfläche und Datenschicht. Zur Umsetzung einer Client-/Server-Architektur wie im Projekt OpenResKit angestrebt, ist es somit nicht optimal geeignet. Der OpenResKit HUB soll eine modular erweiterbare Domänenschicht zur Datenhaltung und -verteilung ohne eigene Benutzungsoberfläche zur Verfügung stellen. Um diese Funktionalität abbilden zu können, wurden zuerst verschiedene Lösungen zur Persistierung von Daten und zur dynamischen Erweiterbarkeit zur Programmlaufzeit untersucht und in Kombination miteinander getestet. Die größte Herausforderung stellte hier die Umsetzung eines sich zur Programmlaufzeit dynamisch anpassenden Domänenmodells (Datenmodells) dar. Beim Hinzufügen und Entfernen von Modulen ändert sich die Struktur der zu speichernden Daten und die Applikation muss mit einer entsprechenden Migration bzw. Schemaänderung darauf reagieren. Die Schemaänderung resultiert aus der Nutzung einer SQL Datenbank zur Persistierung. Nach dem aktuellen Stand der Untersuchung erweisen sich die folgenden Komponenten im kombinierten Einsatz als geeignet:

⁷ siehe <http://ecofactory.f2.htw-berlin.de/>, abgerufen am 02.07.2013

⁸ siehe <http://resefi.de/>, abgerufen am 02.07.2013

⁹ siehe <http://moebius.htw-berlin.de/>, abgerufen am 02.07.2013

¹⁰ The EMPINIA Platform, <http://www.empinia.org/>, abgerufen am 02.07.2013

*Managed Extensibility Framework (MEF)*¹¹

Das MEF ist eine Bibliothek zur einfachen Entwicklung erweiterbarer Anwendungen. Mit der bereitgestellten Funktionalität kann eine Anwendung zur Laufzeit entsprechende Erweiterungen auffinden und ohne Konfiguration verwenden.

So wird es möglich, unbekannte, nicht als Quellcode vorliegende Erweiterungen, einzubinden. Das Konzept ähnelt dem eines Dependency Injection Frameworks mit dem Fokus auf der Anbindung von noch unbekannter Funktionalität.

*Microsoft Entity Framework (EF)*¹²

Das EF ist eine „Objekt-Relationale Mapping“ – Bibliothek (ORM). Mit ihrer Hilfe können C# Klassenstrukturen in ein relationales Datenbankmodell umgewandelt und entsprechende Objekte persistiert werden. Das EF bietet eine Abstraktionsschicht, die eine direkte Interaktion mit der Datenbank überflüssig macht. Das EF kann ohne viel Aufwand als Datenlieferant für einen OData WCF-Service dienen, da dies direkt von Microsoft bereitgestellt und langfristig unterstützt wird.

Microsoft WCF Data Service

Die Domänenobjekte werden unter Nutzung eines WCF-Services (Windows Communication Foundation) zum Abruf zur Verfügung gestellt. Über eine Webschnittstelle kann so lesend und schreibend auf Domänenobjekte zugegriffen werden. Dabei kommt OData¹³ V3 als Übertragungsprotokoll zum Einsatz.

Die genutzten Bibliotheken basieren auf Microsoft .Net Technologie und sind unter der Microsoft Public License verfügbar. Der OpenResKit HUB ist, so wie die Clients, unter der Apache-2.0-Lizenz veröffentlicht. Somit lassen sich die Aufgaben des OpenResKit HUB zusammenfassen als:

- beinhaltet die Domänenmodelle,
- stellt die Schnittstelle zur Datenpersistierung,
- stellt die Synchronisationsschnittstelle mit den Clients,
- sichert die Compliance mit Hilfe von User Logins und logging der Aktivitäten,
- führt komplexe Berechnungen durch,
- dient als Schnittstelle zu externen Datenquellen.

3.3 OpenResKit Clients

Aufgrund der Client-/Server-Architektur und der standardisierten OData-Schnittstelle wird durch den Server keine bestimmte Technologie für die Clients vorgeschrieben. Im MOEBIUS Projekt wurde die Erfahrung gemacht, dass je nach Aufgabe rollenspezifische Anwendungen zum Einsatz kommen sollten. Es wird daher unterschieden in funktionsreiche Administrations-Clients und einfachere Datenerfassungs-Clients (siehe Abbildung 3).

¹¹ siehe <http://mef.codeplex.com/> - Managed Extensibility Framework, abgerufen am 02.07.2013

¹² siehe <http://msdn.com/data/ef> - ADO.Net - Entity Framework, abgerufen am 02.07.2013

¹³ siehe <http://www.odata.org/>, abgerufen am 02.07.2013

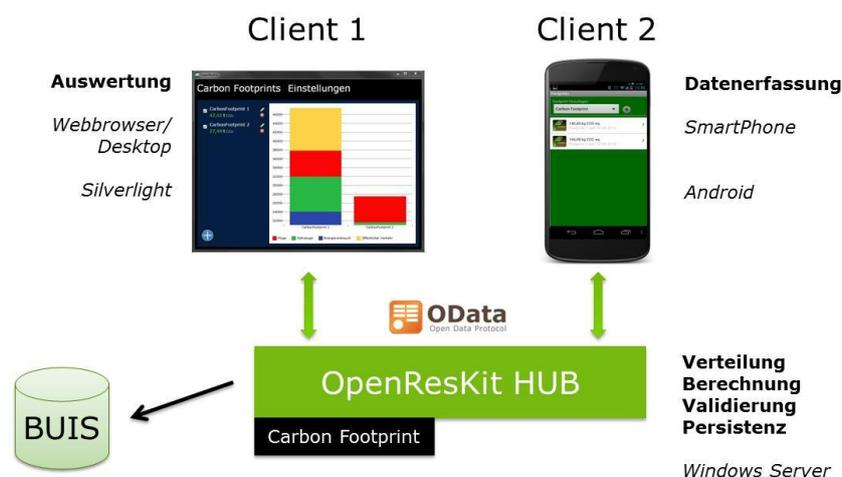


Abbildung 3 Architektur am Beispiel der Anwendung Carbon Footprint

Bei den Administrations-Clients, welche als Benutzeroberfläche für die Verwaltung und Auswertung der im OpenResKit HUB gespeicherten Daten dienen, bietet sich ebenfalls eine Technologie aus der .Net Welt an. Ein Vorteil ist hier die direkte Wiederverwendbarkeit der Domänenschicht, deren Objekte über die OData-Schnittstelle ausgetauscht werden. Somit wird der administrative Client als Windows Presentation Foundation¹⁴ (WPF) Anwendung umgesetzt, unter Verwendung des Caliburn Micro¹⁵ Frameworks. Besonders letzteres unterstützt das Microsoft eigene Model-View-Controller (MVC) Entwicklungsschema, genannt Model-View-ViewModel¹⁶ (MVVM), und ermöglicht somit ein hohe Wiederverwendbarkeit und Skalierbarkeit der Anwendung.

Die Datenerfassungs-Clients werden als Android-Anwendungen (in der Version 2.3 für Smartphone-Anwendungen und in der Version 4.0 für Tablet-Anwendungen) umgesetzt, da hier auf die Erfahrungen aus dem Projekt MOEBIUS aufgebaut werden kann und die freie Distribution der Anwendungen reibungslos gewährleistet wird. Bei den mobilen Anwendungen werden ebenfalls externe Frameworks eingesetzt, wie z.B. ZXing¹⁷ für die Barcode-Erfassung (z.B. bei der Abfallerfassung) oder Google Maps¹⁸ für das Routing und die Kartendarstellung (z.B. bei dem mobilen Fahrtenbuch). Im Rahmen der Technikevaluation wurden auch Crossed Plattform Projekte untersucht, wie z.B. PhoneGap¹⁹ oder Xamarin²⁰, welche aber zum jetzigen Zeitpunkt einen zu großen Refactoring-Bedarf für die einzelnen Plattformen erfordern.

4. Methodenwahl und Ansätze zur Umsetzung

Das hier vorgestellte Projekt OpenResKit befindet sich in der Phase der Softwareimplementierung, d.h. nach einer umfassenden Methodenrecherche konnten für die mittelfristige Planung, auch in Absprache mit den beteiligten Unternehmen, folgende zu unterstützenden Methoden fokussiert werden:

- Carbon Footprint,
- Zählermanagement,

¹⁴ siehe <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/vstudio/ms754130.aspx>, abgerufen am 02.07.2013

¹⁵ siehe <http://caliburn.codeplex.com/>, abgerufen am 02.07.2013

¹⁶ siehe <http://msdn.microsoft.com/de-de/magazine/dd419663.aspx>, abgerufen am 02.07.2013

¹⁷ siehe <https://code.google.com/p/zxing/>, abgerufen am 02.07.2013

¹⁸ siehe <https://developers.google.com/maps/mobile-apps?hl=de>, abgerufen am 02.07.2013

¹⁹ siehe <http://phonegap.com/>, abgerufen am 02.07.2013

²⁰ siehe <http://xamarin.com/>, abgerufen am 02.07.2013

- Abfallmanagement,
- Maßnahmenmanagement,
- Investitionsrechner,
- Ausschusserfassung,
- Energiemanagement,
- Druckluftmanagement.

Diese werden teilweise methodisch mit einer Lokalisierungskomponente (Standortverwaltung auf Werksplänen), einer kalendarischen Anzeige Komponente und einer Mitarbeiterverwaltung als eigene Komponenten ergänzt.

Bei der Erstellung der **Carbon Footprint** (CF) Methode wird eine für den Endanwender vereinfachte Methode unterstützt, bei der die Carbon Footprints für ein Unternehmen in Form von Carbon Footprint Positionen erstellt werden. Dies bedeutet, dass für den Bereich Verkehr, spezieller Flug-, Bahn- und Individualverkehr, durch die Wahl des Transportmittels und der Eingabe der Streckenlänge schnell ein CF für die Position berechnet werden kann. Eine Erweiterung um die Position Produktionseinheit bietet die Möglichkeit, auch für Maschinen einen CF zu kalkulieren. Die Datenbasis für die CF-Berechnung wurde, wie schon im Projekt RESEFI, aus verschiedenen Datenquellen akquiriert (GEMIS DB, PROBAS DB, VCA Car DB etc.). Die Desktopanwendung wurde als Silverlight-Anwendung umgesetzt. Als mobiler Client wurde der WorkFlow für die Datenerfassung als Smartphone Anwendung umgesetzt. Nach einer erneuten Untersuchung des WorkFlows wird aktuell eine mobile Anwendung für ein Fahrtenbuch entwickelt, welches die Daten als CF-Positionen an den Server übergibt. Der Hintergrund ist hier, dass die Dateneingabe für die CF-Berechnung meist nur durch die Fachabteilung am Ende des Jahres übernommen wurde, gleichzeitig der Mitarbeiter im Außendienst das Füllen einer speziellen Umwelthanwendung als unnötig ansehen würde. So wurde versucht, eine Motivation für den Außendienstmitarbeiter zu schaffen, mit dem Fokus ein Fahrtenbuch zu führen, aber dabei gleichzeitig die notwendigen Daten für eine Carbon Footprint-Berechnung der Fachabteilung zu übermitteln. Desweiteren kann der Einsatz des „grünen“ Fahrtenbuches dazu führen, die Mitarbeiter für die Wahl einer ökologischeren Alternative ihres Transportmittels zu motivieren oder zu belohnen. In der unteren Abbildung 4 ist die mobile Anwendung des mobilen Fahrtenbuchs dargestellt. Dabei kann man Routen anlegen und sie werden in der Karte angezeigt, außerdem werden die bereits angelegten Fahrten in einer Liste mit den dazugehörigen CF angezeigt.

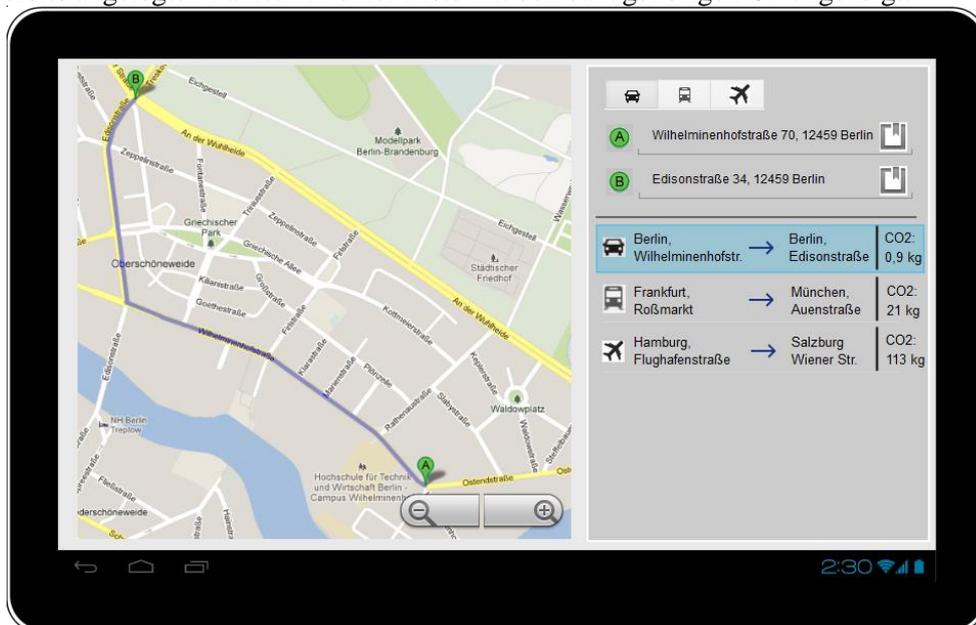


Abbildung 4 Screenshot der mobilen Carbon Footprint Anwendung (Entwurf)

Bei dem **Zähler- und Abfallmanagement** wird die Verwaltung von Zählern und Abfallbehältern in einer Desktopanwendung und die Datenerfassung der Verbrauchsdaten in einer mobilen Anwendung gewährleistet. Der jeweilige Desktopclient bietet die Möglichkeit, die dazugehörigen Objekte (Zähler²¹, Abfallbehälter) zu verwalten, auf einer Karte zu positionieren und sogenannte Rundgänge zu planen. Bei der Abfallverwaltung wird die qualitative Datenerfassung unterstützt, wodurch hier eine tabellarische Auswertung nach Kalenderjahren in Form von Füllständen und monetären Analysen ermöglicht wird. Bei der Zählererfassung wird eine grafische Auswertung in Form von Zählerverläufen ermöglicht. In der unteren Grafik ist das Tool Abfallmanagement als WPF Client dargestellt. Dabei sind auf der linken Seite, in einer filterbaren Liste, die Abfallbehälter aufgeführt und der Aufstellungsort wird auf einer Beispielkarte angezeigt. Es können mehrere Karten hinterlegt werden, wodurch sich Etagen oder unterschiedliche Standorte angenehm verwalten lassen. Im oberen Menü sind die Einstellungen, mit der Möglichkeit die Verbindungseinstellungen zum Server zu konfigurieren und unter Info ist der Hintergrund zum Projekt hinterlegt. Die Menüs Planung und Auswertung fehlen noch in dieser Ansicht.

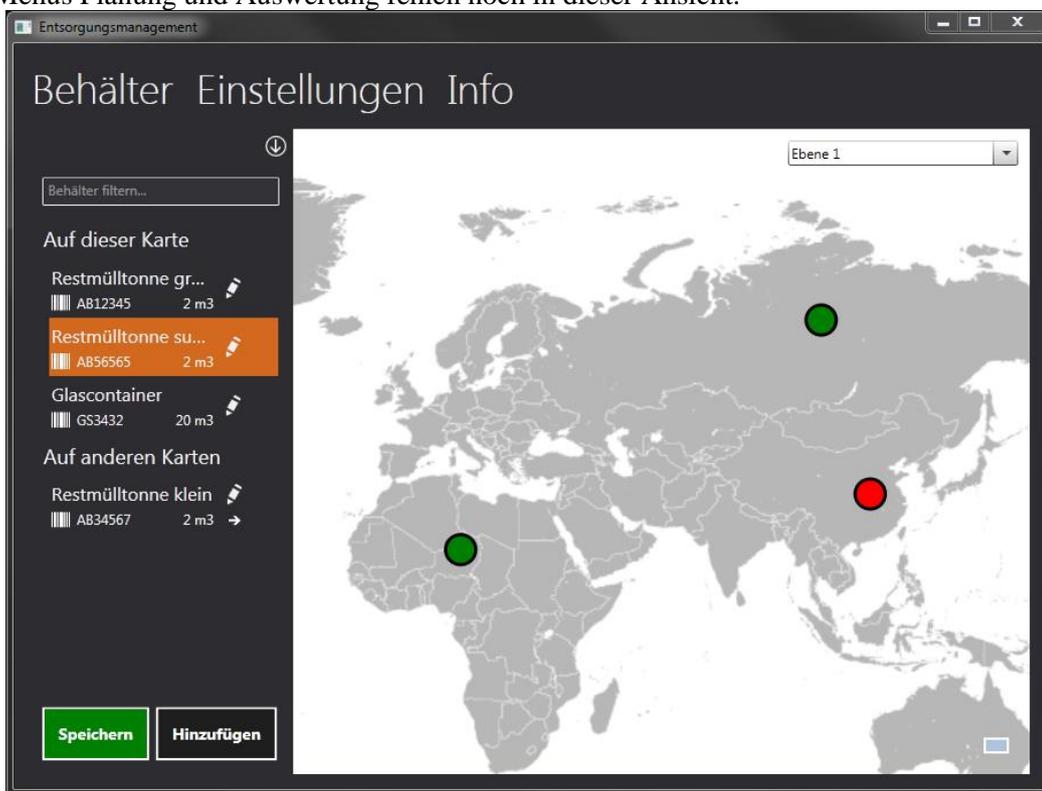


Abbildung 5 Screenshot Abfallmanagement Version 0.1

Das innerbetriebliche **Maßnahmenmanagement** ist ein zentrales Element bei der Verfolgung kontinuierlicher Verbesserungsprozesse. Gleichzeitig ist diese ein Bestandteil des Energiemanagements nach ISO 50001. Hier werden Maßnahmenkataloge und Maßnahmen erstellt und verwaltet. Softwarewerkzeuge zum Maßnahmenmanagement existieren zwar schon, doch wird in OpenResKit die Verknüpfung von Maßnahmen mit weiteren Domänen angestrebt, d.h. die Verknüpfung einer Maßnahme mit einem Zähler, CF oder auch Arbeitsplatz. Wichtig ist auch die Kombination der Maßnahmen mit **Investitionsrechnern**, d.h. es können Investitionsplanungen direkt den Einzelmaßnahmen oder den Maßnahmenkatalogen zugeordnet

²¹ z.B. Wasser- und Stromzähler

werden. Der Investitionsrechner kann aber auch eigenständig oder in anderen Kontexten weiterverwendet werden.

Bei der **Ausschusserfassung** handelt es sich um ein konkretes Beispiel aus dem Umfeld eines Praxispartners, d.h. hier wird eine Desktopanwendung für die Auswertung der Ergebnisse und der Planung der Untersuchung/Begehung geplant. Die mobile Anwendung soll es den Anwendern ermöglichen, die Ausschüsse oder Fehlteile je nach eigenem Know-How zu erfassen. D.h. in der einfachsten Form werden die Fehlteile pro Stunde über das Betätigen eines einzigen Buttons ermöglicht, weitere Daten werden nicht hinterlegt. Verfügt der Anwender über das Wissen, den Fehler zu kategorisieren, kann er diese auswählen. Bei der „höchsten“ Form der Ausschusserfassung können noch Beschreibungsfelder gefüllt und ggf. Fotos hinterlegt werden. Die Auswertung der Ausschusserfassung versetzt das KMU in die Lage, ein eigenes Wissensmanagement bzgl. der Produktionsverfahren und der bekannten Fehler aufzubauen, was in vielen KMU vom Erfahrungsreichtum seiner Mitarbeiter abhängt. Hier ist der Ansatz, ein digitalen Wissenstand aufzubauen, nach dem Motto: „WAS tun WENN?“

Bei dem **Energiemanagement** wird eine eigenständigere Lösung verfolgt, d.h. auf Grund der Komplexität der Thematik und des Bedarfs für ein Rollen-Rechte-Konzept wurde im Rahmen einer Lehrveranstaltung eine .NET-ASP Anwendung entwickelt, welche bisher die Komponenten Ideen-, Anlagen-, Maßnahmen-, Kennzahlen- und Zielmanagement besitzt. Diese wurden ohne direkte Anbindung an den OpenResKit HUB entwickelt, wobei eine spätere Anbindung des Zählermanagements und die technische Migration des Maßnahmenmanagements geplant sind, wodurch auch optimal die PlugIn-Fähigkeit der Vision aufgezeigt wird (vgl. Abschnitt 2).

Bei dem **Druckluftmanagement** wird die Auswahl von Druckluftkompressoren unterstützt und stellt somit eine Spezialisierung oder Ausprägung des Investitionsrechners dar.

Darüber hinaus ist noch geplant, Anwendungen aus den Projekten Resefi und MOEBIUS weiterzuentwickeln, wie z.B. ein Anlagenkataster, eine Arbeitsplatzrisikobewertung und ein Stoffstrommanagement, welche aber aus zeitlichen Gründen als optional geplant werden.

5. Nächste Schritte und Ausblick

Die Nachfrage nach Software im Bereich der Ressourceneffizienz ist nach den Erfahrungen der Autoren sehr hoch. Gerade im Bereich von einfachen Tools zur wiederholten Anwendung von Methoden zur Analyse, Erfassung und Bewertung gezielter Aspekte der Ressourceneffizienz im Unternehmen, besteht ein großes Potenzial, da erhältliche Standardlösungen überwiegend in einer für KMU funktional und preislich überdimensionierten Form vorliegen. Die im Projekt entstehenden Softwarewerkzeuge werden zunächst an den Bedürfnissen der Praxispartnerunternehmen ausgerichtet und werden auch durch diese validiert. Sie sind aber so ausgelegt, dass sie sich auch auf andere Unternehmen - zumindest auf Unternehmen derselben Branche - übertragen lassen. Somit wird, neben Softwarewerkzeugen für Endanwender, ebenfalls eine Quellcode-Basis und eine erweiterbare Serveranwendung geschaffen, welche auch nach dem Projektende durch Programmierer aus der Betrieblichen Umweltinformatik genutzt werden kann.

Die Ergebnisentwicklung kann schon jetzt auf der Projektwebseite <http://openreskit.htw-berlin.de> verfolgt werden. Es wird an der Schaffung einer Wissensbasis gearbeitet. Somit soll die Webplattform auch der Aktivierung einer Gemeinschaft von Softwareentwicklern, welche für KMU Ressourceneffizienzprobleme softwaretechnisch umsetzen sollen, dienen

Danksagung

Dieses Projekt wird von der Berliner Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung (Sen-BWF) mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. Die Autoren danken für die Unterstützung.



Bibliography

- Bullinger, H.J. and Beucker, S. 2000.** Stoffstrommanagement und Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) liefern neue Impulse für das Umweltcontrolling. *Stoffstrommanagement Erfolgsfaktor für den betrieblichen Umweltschutz*. Stuttgart : Fraunhofer IRB-Verlag, 2000, pp. 1-18.
- Demir, Sevim, Lotter, Martin and Wohlgemuth, Volker. 2008.** Durchführung einer Stoffstromanalyse als Ausgangspunkt für eine Potenzialanalyse mit den Schwerpunkten Material- und Energieeffizienz bei der PanTrac GmbH. [book auth.] V. Wohlgemuth. *Konzepte, Anwendungen, Realisierungen und Entwicklungstendenzen betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIS)*. Aachen : Shaker Verlag, 2008, pp. 213 - 228.
- Dierks, Stefan. 2012.** Product Carbon Footprint. Einführung und Umsetzung am Beispiel der Tchibo GmbH. [book auth.] Ronald Gleich, Peter Bartels and Volker Breisig. *Nachhaltigkeitscontrolling*. Freiburg; München : Haufe-Lexware, 2012.
- Erhardt, Reiner and Pastewski, Nico. 2010.** *Relevanz der Ressourceneffizienz für Unternehmen des produzierenden Gewerbes*. Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Stuttgart : Fraunhofer Verlag, 2010.
- Funk, Burkhardt, Möller, Andreas and Niemeyer, Peter. 2008.** The Prospects of Carbon Footprints in ERP Systems. [book auth.] Andreas Möller, Bernd Page and Martin Schreiber. *Environmental Informatics and Industrial Ecology*. Aachen : Shaker, 2008.
- Gleich, Ronald, Bartels, Peter and Breisig, Volker. 2012.** *Nachhaltigkeitscontrolling*. 1. Freiburg, München : Haufe-Lexware, 2012.
- Krehahn, Peter, Ziep, Tobias and Wohlgemuth, Volker. 2012.** Mobile Computing as a Data Source for the Material Flow Management (MFM). [book auth.] Hans-Knud Arndt, Gerlinde Knetsch and Werner Pillmann. *EnviroInfo 2012 Man - Environment - Bauhaus*. Aachen : Shaker Verlag, 2012, pp. S. 665-772.
- OpenResKit. 2013.** Projektwebsite OpenResKit. [Online] 2013. [Cited: 13 Mai 2013.] <http://openreskit.htw-berlin.de/>.
- Prengel, Robert. 2012.** Effizient gestaltetes Carbon Accounting verbessert Unterstützung der Stakeholder. [book auth.] Ronald Gleich, Peter Bartels and Volker Breisig. *Nachhaltigkeitscontrolling*. Freiburg; München : Haufe-Lexware, 2012.
- ProBas. 2013.** ProBas-Projekt. [Online] 2013. [Cited: 13 Mai 2013.] <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>.
- VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH. 2011.** *Umsetzung von Ressourceneffizienz-Maßnahmen in KMU und ihre Treiber*. Berlin : VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, 2011.
- Wohlgemuth, Volker. 2013, in Druck.** Entwicklung eines Open Source basierten Baukastens zur Identifikation von Ressourceneffizienzpotentialen in produzierenden KMU. Berlin : Springer-Verlag, 2013, in Druck.

- Wohlgemuth, Volker, et al. 2009.** Conceptual Design and Implementation of a Toolkit Platform for the Development of EMIS based on the Open Source Plugin-Framework Empinia. [book auth.] Volker Wohlgemuth, Bernd Page and Kristina Voigt. *Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection: Concepts, Methods and Tools*. Aachen : Shaker Verlag, 2009, pp. 149 - 154.
- Wohlgemuth, Volker, et al. 2013.** Entwicklung eines Open Source basierten Baukastens zur Identifikation von Ressourceneffizienzpotentialen in produzierenden KMU. [book auth.] Jorge Marx Gómez, Corinna Lang and Volker Wohlgemuth. *IT-gestütztes Ressourcen- und Energiemanagement - Konferenzband zu den 5. BUIS-Tagen*. s.l. : Springer Vieweg, 2013.
- Wohlgemuth, Volker, Krehahn, Peter and Ziep, Tobias. 2010.** Mobile Anwendungen als Datenquelle für das Stoffstrommanagement. [book auth.] Witold Abramowicz, et al. *Informatik 2010 - Proceedings*. Bonn : Gesellschaft für Informatik, 2010, pp. 306 - 313.
- Zabel, Manfred, Schiemann, Lars and Wohlgemuth, Volker. 2010.** Netzwerk und internetbasierte Plattform zur Ressourceneffizienz als Lern- und Anwendungsmittel. *EnviroInfo2010: Integration of Environmental Information in Europe*. Aachen : Shaker Verlag, 2010, pp. 393-401.