

# Anforderungspriorisierung und Designempfehlungen für Betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation – Ergebnisse einer explorativen Studie

Matthias Gräuler  
Frank Teuteberg  
Tariq Mahmoud  
Jorge Marx Gómez

Veröffentlicht in:  
Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012  
Tagungsband der MKWI 2012  
Hrsg.: Dirk Christian Mattfeld; Susanne Robra-Bissantz



Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik, 2012

# **Anforderungspriorisierung und Designempfehlungen für Betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation – Ergebnisse einer explorativen Studie**

## **Matthias Gräuler**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: matthias.graeuler@uni-osnabrueck.de

## **Frank Teuteberg**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

## **Tariq Mahmoud**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fakultät II Department für Informatik (VLBA),  
26129 Oldenburg, E-Mail: mahmoud@wi-ol.de

## **Jorge Marx Gómez**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fakultät II - Department für Informatik (VLBA),  
26129 Oldenburg, E-Mail: jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de

## **Abstract**

Zur Förderung von Nachhaltigkeit in Unternehmen muss eine Vielzahl von heterogenen Daten in umweltrelevante Informationen konvertiert und durch Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) bereitgehalten werden. Da diese derzeit noch nicht im wünschenswerten Umfang strategische Informationen und Entscheidungshilfen bieten, sind die gegenwärtigen Systeme den Anforderungen aus der Diskussion um Nachhaltigkeit nicht gewachsen. Wir entwerfen daher ein BUIS der Zukunft (BUIS 2.0), welches den Anforderungen strategischer Nachhaltigkeit gerecht wird. Die Ergebnisse einer Erhebung, die die Anforderungen an BUIS2.0 früherer Befragungen, Workshops und Experteninterviews priorisiert, werden vorgestellt. Als ein unmittelbares Ergebnis der Erhebung werden erste Ansätze von architektonischen Konzepten für BUIS 2.0 aufgezeigt, die in dem Projekt „IT-For-Green“ umgesetzt werden.

## 1 Einleitung

Die fortschreitende Zerstörung der Umwelt, die sich fortsetzende Verknappung der Ressourcen sowie Klimaveränderungen setzen Regierungen, Unternehmen und Einzelpersonen gleichermaßen unter Druck. Regierungen verabschieden Gesetze zur Reduzierung der durch Industriebetriebe ausgelösten Umwelteinflüsse; Interessensgruppen wie Greenpeace sowie die Bevölkerung verlangen nach Informationen in Bezug auf die Umweltverträglichkeit organisatorischen Handelns [4]. Das Streben nach einer gleichzeitigen Umsetzung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten (das sogenannte Drei-Säulen-Modell der nachhaltigen Entwicklung [7]), erschwert Entscheidungsfindungen sowie die Prognose der entsprechenden Auswirkungen. Zurzeit werden die Möglichkeiten der Informationssysteme (IS) noch nicht voll ausgeschöpft, vielmehr werden sie nicht selten als Hindernis bei der Reduzierung der ökologischen Auswirkungen unseres Handelns verstanden [16]. Nichtsdestotrotz lassen sich durch den Einsatz von IS – z. B. mittels der Virtualisierung von Servern – deren Energiebedarfe senken. Aber auch der Umwelteinfluss ganzer Organisationen könnte beispielsweise durch ein erhöhtes Verantwortungsgefühl der Unternehmen sowie dem Einsatz eines effizienten Managements der Ressourcen und Emissionen, reduziert werden. Gegenwärtige BUIS verfolgen eher einen operativen Ansatz mit Aufgaben wie der gesetzlich vorgeschriebenen Umweltberichterstattung [15] und stellen daher für strategische Entscheidungen wenig Unterstützung dar [6,23]. Die Verknüpfung mit anderen Systemen (ERP, CRM, öffentliche Daten) und automatisierten Nachhaltigkeitsberichten wurde in der Literatur allgemein diskutiert, jedoch noch nicht implementiert [24]. Dies sind die wesentlichen Bestandteile zukünftiger BUIS, da lediglich durch das Erkennen von Ursache und Wirkung ökologischer, sozialer und ökonomischer Leistungsindikatoren sowie durch einen rationellen Umgang mit relevanten Daten, eine nachhaltige Entwicklung erreicht werden kann. Das Projekt „IT-For-Green“ (<http://www.it-for-green.eu>), in dessen Rahmen dieser Beitrag entstanden ist, setzt an diesen Punkten an und soll mit Mitteln der Informationsverarbeitung Unternehmen und ihre Prozesse umweltfreundlicher gestalten. Die Software-Entwickler sollten dabei darüber informiert sein, welche Anforderungen an BUIS 2.0 Praktiker und Wissenschaftler zukünftig für die wichtigsten halten. Ohne dieses Wissen laufen sie Gefahr, Ressourcen in die Entwicklung nicht gefragter BUIS Anwendungen zu investieren, während sie die Entwicklung der Funktionen versäumen, die maßgeblich zur Verbesserung der Nachhaltigkeit der Unternehmen beitragen können.

Die Forschungsfragen dieses Beitrages lauten daher:

- 1: *Was sind die entscheidenden Eigenschaften/Anforderungen, die die Auswahl und Entwicklung der BUIS Software der Zukunft nachhaltig beeinflussen?*
- 2: *Basierend auf den Antworten von Frage 1, was sollte eine BUIS Grundarchitektur beinhalten?*
- 3: *Welche zukünftigen Schritte treiben die Weiterentwicklung in diesem Bereich voran?*

Der zweite Abschnitt dieses Artikels beschreibt den theoretischen Hintergrund und erläutert die relevanten Begriffe. Anschließend wird die angewandte Methodik aufgezeigt und erklärt. Der vierte Abschnitt bietet eine Auswahl an verwandten Forschungsarbeiten. Eine Sammlung und erste Priorisierung der Design-Eigenschaften findet sich in Abschnitt fünf in dessen Folge die Ergebnisse vorgestellt und interpretiert werden. In Abschnitt sieben werden die Ergebnisse der Untersuchung zur Ableitung einer Referenz-Architektur

herangezogen, die beim Aufbau von BUIS der Zukunft (BUIS 2.0) hilfreich sein kann. Im letzten Abschnitt wird die Untersuchung durch Auflistung der Beiträge und Einschränkungen, die dieser Artikel bietet, abgeschlossen sowie Ansätze für die weitere Forschung aufgezeigt.

## 2 Theoretischer Hintergrund

Umweltrelevante Praktiken des IT-Managements werden unter dem Begriff Green IS und Green IT zusammengefasst [17]. Green IS wird beschrieben als „IS gestützte Unternehmenspraktiken und -prozesse, die die ökologische und ökonomische Leistung verbessern“ [16]; Green IT als „Lehre und Praxis von der Entwicklung, Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Computern, Servern und angeschlossenen Teilsystemen [...], effizient und wirksam mit minimaler oder ohne Auswirkung auf die Umwelt“ [18]. Der Ansatz des Green IT wird irgendwann eine Grenze erreichen, an der weitere Verbesserungen nicht mehr möglich sind; Green IS setzt den Akzent mehr auf „Tätigkeiten“ anstatt auf „Dinge“ und bietet daher eine größere Bandbreite an Verbesserungsmöglichkeiten [15]. Zwar kann die Einführung zusätzlicher Green IS Maßnahmen sehr kostspielig sein, sie kann aber auch Wettbewerbsvorteile bieten, z. B. durch die Eliminierung von Unwirtschaftlichkeiten wie ungenutzte Ressourcen [25]. Eine dieser Maßnahmen ist die Einführung eines betrieblichen Umweltinformationssystems (BUIS). Einer gebräuchlichen Definition nach ist BUIS ein organisatorisches und technisches System, das umweltrelevante Informationen eines Unternehmens erfassen, aufbereiten und bereitstellen kann [20]. Diese Definition ist aber für diesen Beitrag und für BUIS 2.0 unzureichend, da sie weder Informationen der Partner aus der Supply-Chain noch öffentlich zugängliche Informationen mit einbezieht, was jedoch für das Treffen fundierter Entscheidungen hinsichtlich der Umweltverträglichkeit unerlässlich ist. Folgt man dem vorgeschlagenen, ganzheitlichen Ansatz mit Hilfe der drei später noch beschriebenen Module eines BUIS 2.0, können Green IT Maßnahmen ermöglicht und wirksam eingesetzt werden.

## 3 Forschungsmethodik

### 3.1 Ablauf

Die Referenzarchitektur basiert auf den Ergebnissen des Forschungsprozesses, wie er in der Abbildung in Anhang A ([http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_BUIS\\_Graeuler\\_Teuteberg.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_BUIS_Graeuler_Teuteberg.pdf)) dargestellt und von Jenkins [11] empfohlen wird. Während der Forschung wurden diverse Forschungsmethoden angewandt, die Abbildung zeigt diese Methoden und Ansätze sowie die Reihenfolge, in der sie angewandt wurden, auf. In der ersten Phase („Problemidentifikation und Formulierung der Anforderungen“) wurden gegenwärtige Erkenntnisse über BUIS, theoretisch wie praktisch, gesammelt und analysiert, ein Forschungsziel sowie unbeantwortete Forschungsfragen definiert und Anforderungen an die Entwicklung der BUIS 2.0 formuliert. Eine systematische Literaturliteraturauswertung und eine explorative Studie wurden dabei als adäquate Methoden erachtet. In der zweiten Phase („Aufbau“) wurden alternative Designmöglichkeiten des BUIS 2.0 formuliert und eine mehrschichtige Referenzarchitektur entwickelt. Um die Eignung der Architektur zu überprüfen, wurden Experteninterviews geführt und Workshops mit Industriepartnern abgehalten. Weitere Schritte in der dritten Phase („Implementierung, Plausibilitätsprüfung

und Schlussfolgerung“) waren die Implementierung der vorgeschlagenen Referenzarchitektur sowie die Plausibilitätsprüfung mithilfe von Simulationsexperimenten und Aktionsforschung [12]. Durch Simulationsexperimente und Aktionsforschung können die Auswirkungen der zukünftigen Systeme auf reale Geschäftsabläufe simuliert werden. Die so gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen Auswertungen sowie eine kontinuierliche Verbesserung der entsprechenden Systemfunktionen. Dabei gehen die Forschungsmethoden schrittweise von qualitativer und induktiver Forschung über zu vorwiegend quantitativer (Simulationsexperimente), deduktiver Forschung und Design Science (z. B. Erstellung der Referenzarchitektur) [9].

### 3.2 Literaturreview

Im Rahmen von Literaturreviews werden Werke und gegenwärtige Erkenntnisse im Hinblick auf spezifische Forschungsfragen analysiert. Diese Methode hat durch eine ansteigende Zahl von Büchern, Zeitschriften und Beiträgen sowie der wachsenden Komplexität der Thematik an Bedeutung gewonnen [8]. Dem Ansatz von Webster und Watson [26] folgend, wurde der Literaturreview durch die Suche nach Zeitschriften und Konferenzen, die für die Wirtschaftsinformatik relevant sind und die vom VHB (Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft) Jourqual 2.1 Ranking, ein A oder B Ranking erhalten haben, initiiert. Frühere Publikationen als aus dem Jahr 2006 wurden ignoriert, da sich die Wissenschaft erst in den letzten Jahren mit den Mängeln der gegenwärtigen BUIS beschäftigt [23,6] und die früheren wissenschaftlichen Fortschritte in aktuelleren Forschungen bereits einbezogen wurden. Zunächst wurde eine Liste mit Schlüsselworten aufgestellt und in Datenbanken wie EBSCO oder Science Direct angewandt. Die Liste enthielt Begriffe wie „Anforderungen“, „Design-Beschaffenheit“, „Nutzungsgrad“, „Priorität“ und „Merkmal“ (alle Begriffe auch in der Mehrzahl) kombiniert mit dem Bereich, in dem die Begriffe angewandt werden, wie „BUIS“ und „Betriebliche Umweltinformationssysteme“, sowie deren englische Entsprechungen. Anschließend wurden die Literaturhinweise der identifizierten Artikel nach weiteren relevanten Werken durchsucht, um auch die Werke einzubeziehen, die in Zeitschriften oder auf Konferenzen publiziert wurden, die vom VHB ein niedrigeres oder gar kein Ranking erhalten haben, oder vor 2006 erschienen sind.

### 3.3 Qualitative Forschung

Es wurden zwei unterschiedliche Methoden der qualitativen Forschung angewandt: Experteninterviews und die Kreativitätstechnik „World Café“. Experteninterviews sind leitfadengestützte Interviews mit Personen, die über besondere, für das wissenschaftliche Interesse des Forschers relevante Fachkenntnisse verfügen [14]. Diese Methode bietet sich dann an, „wenn die Wissensbestände von Experten [...] für den Entwurf, die Implementierung und die Kontrolle von Problemlösungen Gegenstand des Forschungsinteresses sind“ [19], was bei der vorliegenden Arbeit der Fall ist. „World Café“ ist eine Kreativitätstechnik, die dazu genutzt wird die Intelligenz und Ansichten von Gruppen abzurufen [10]. Die Teilnehmer eines Workshops werden in Gruppen von vier bis zehn Personen aufgeteilt, die dann einen Teilbereich der Problemstellung des gesamten Arbeitsgebietes diskutieren. Die Teilnehmer werden durch einen Moderator ermutigt, ihre Kernideen für die spätere Bezugnahme und Analyse mitzuschreiben. Nach einer gewissen Zeit können die Teilnehmer die Gruppe wechseln, um an einer anderen Diskussion teilzunehmen [3].

### 3.4 Quantitative Forschung

Empirische Forschung im Hinblick auf quantitative Studien wird aus diversen Gründen durchgeführt. Ein Grund hierfür ist, Einblicke in die Ansichten von Teilnehmern über ein spezielles Thema oder Arbeitsgebiet zu gewinnen [22]. Zur Überprüfung der entwickelten Hypothesen können Primärdaten mithilfe von Befragungen erzielt werden, existierende Sekundärdaten herangezogen werden oder die Überprüfung erfolgt mittels einer Kombination aus beidem. Die empirischen Daten können statistisch durch verschiedene Methoden analysiert werden, um die Hypothesen zu belegen oder aber zu widerlegen. Empirische Forschung wird unterteilt in vier aufeinanderfolgenden Phasen [22]: 1. Formulierung des Untersuchungsziels, 2. Entwurf des empirischen Designs, 3. Auswertung der Daten und 4. Interpretation der Ergebnisse.

### 3.5 Referenzmodellierung

Durch die konstruktivistische Methode der Referenzmodellierung, entwickeln Praktiker und Wissenschaftler vereinfachte Modelle von Systemen, um das gesammelte Wissen über diese Systeme und deren Anwendungsgebiete semi-formal wiedergeben zu können und um Vorlagen [27] zu schaffen. Diese Vorlagen können dann als „Blaupausen“ für neue Systeme dienen.

## 4 Verwandte Forschungsarbeiten

BUIS werden in der Literatur bereits seit zwei Jahrzehnten aus zahlreichen Perspektiven beleuchtet, daher wurde die zuvor beschriebene Methode des Literaturreviews durchgeführt um vorangegangene Arbeiten zu identifizieren, die die Autoren bei ihrer Forschung unterstützen können. Das Ergebnis dieser Suche fasst Tabelle 1 zusammen.

Ref.	Relevantinhalte	Fokus auf Green IT/IS
[5]	Umfrage zur Erhebung von Designfaktoren für SOA angewendet auf Business Intelligence Systeme Faktor- und Clusteranalysen	Nein
[6]	Konzeptuelle Übersicht über BUIS Analyse von Angebot und Nachfrage von Umweltinformationen Detaillierte Beispiele von Stakeholdereinflüssen auf die Umweltberichterstattung	Ja
[15]	Paneldiskussion über den Einfluss von Green IT und Green IS Abdeckung mehrerer Themen (bspw. Energieeffizienz, BUIS und Green BPM)	Ja
[16]	Betrachtung der Rolle von IS bzgl. der Nachhaltigkeit von Organisationen Forschungsagenda mit zehn Forschungsfragen; Anwendung des Belief-Action-Outcome Rahmenwerks Literaturreview	Ja
[23]	Analyse von Herausforderungen an BUIS 2.0 Vorschlag einer Referenzarchitektur	Ja
[24]	Literaturreview des wissenschaftlichen Fortschritts im Forschungsfeld Ungelöste Probleme von BUIS	Ja

**Tabelle 1: Übersicht über verwandte Forschungsarbeiten**

Der Beitrag von Dinter und Stroh[5] verfolgt einen ähnlichen Ansatz wie der vorliegende Beitrag, jedoch besteht kein Bezug zu Green IS/IT. Im Gegensatz zu dem vorliegenden Beitrag nutzen Dinter und Stroh weitere statistische Methoden, wie Faktor- und Clusteranalysen, anstatt wie im vorliegenden Beitrag eine Referenzarchitektur für BUIS 2.0 vorzuschlagen, die auf einer Analyse und Priorisierung von relevanten Designkriterien basiert.

## 5 Sammlung, Auswahl und Priorisierung der Kriterien

Die Designkriterien für BUIS 2.0 wurden mit den bereits zuvor genannten Methoden gesammelt: Literaturreview, Experteninterviews und Workshops. Die ersten 13 Experteninterviews von Nutzern heutiger BUIS erbrachten einen Überblick über die Kriterien. Daraufhin wurden zwei Workshops mit bis zu 60 Teilnehmern aus Wissenschaft und Praxis sowie ein Literaturreview durchgeführt, um die Anzahl der Kriterien weiter zu diskutieren und zu verfeinern. Durch diesen Prozess entstand eine Liste von 63 Kriterien, die 25 Teilnehmern eines dritten Workshops vorgestellt wurde. Um die Diskussion über die Kriterien anzuregen, wurden die Teilnehmer gebeten die für sie jeweils wichtigsten Kriterien für BUIS 2.0 auszuwählen [2]. Die anschließende Diskussion bot nicht nur Einsichten in das Thema, sondern diente auch der Verfeinerung der Liste der Kriterien. So wurde bspw. kritisiert, dass die 63 Kriterien teilweise zu generisch oder zu eng verwandt wären, daher wurden die Kriterien zu einem präziseren Satz von 47 Kriterien zusammengefasst (vgl. Anhang B: [http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_BUIS\\_Graeuler\\_Teuteberg.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_BUIS_Graeuler_Teuteberg.pdf)). Bei diesem Vorgang wurden vor allem Kriterien entfernt, die zu spezifische Anforderungen darstellten und nicht von einem breiteren Publikum bewertet werden konnten. Nichtsdestotrotz wurden diese Kriterien in den Workshops und Experteninterviews ergründet und werden dementsprechend bei der Durchführung des Projekts IT-for-Green bedacht.

Um die Prioritäten der einzelnen Kriterien zu ermitteln, wurde eine Onlineumfrage erstellt, die größtenteils aus Fragen bestand, die die Teilnehmer dazu aufforderten ein bestimmtes Kriterium auf einer 5-Punkte Likert-Skala von 1 ("sehr wichtig") bis 5 ("sehr unwichtig") zu bewerten. Den Teilnehmern wurde die Möglichkeit gegeben Fragen auszulassen, wenn sie das Gefühl hatten die Frage nicht korrekt verstanden zu haben. Dies geschah um die Anzahl an Falschantworten zu reduzieren und mögliche Verzerrungen auszuschließen [21]. Des Weiteren hatten die Teilnehmer die Möglichkeit am Ende der Umfrage weitere Kriterien zu nennen, die ihrer Auffassung nach in der Umfrage fehlten.

Nach zwei Pretests, die die Vollständigkeit und Verständlichkeit der Umfrage gewährleisten sollten, wurden Einladungen an Projektmitglieder, Mitglieder des Karrierenetzwerks "Xing", die durch Gruppenmitgliedschaften Interesse an dem Themengebiet signalisiert haben, und anderen Organisationen, wie z. B. Umweltverbände und Industrie und Handelskammern, verschickt.

## 6 Ergebnisse, Analyse und Interpretation

Von den 33 Teilnehmern der Umfrage gaben 57,6% an Wissenschaftler zu sein, die verbleibenden 42,4% sind demnach den Praktikern zuzuordnen. 63,6% der Teilnehmer sind direkt mit dem Projekt verbunden, 3% sind Mitglied des Forschungsnetzwerks, das diese

Forschung betreibt, haben aber keinen direkten Bezug zum Projekt, und 33,3% sind weder dem Projekt noch dem Forschungsnetzwerk zuzuordnen.

Die Priorisierung wurde erreicht, indem die Designkriterien in aufsteigender Reihenfolge nach ihren arithmetischen Mitteln geordnet wurden. Der Tabelle in Anhang B ist diese Priorisierung in Wissenschaft, Praxis und Gesamt zu entnehmen. Der Mittelwert aller Kriterien beträgt 2,17 (2,27 für Wissenschaftler, 2,03 für Praktiker). Es gilt: je niedriger der Mittelwert, umso höher die Priorität des jeweiligen Kriteriums.

Die Tabelle in Anhang B zeigt, dass Forscher und Praktiker die Prioritäten unterschiedlich setzen. So beträgt der Bewertungsunterschied bei dem Kriterium „Konsistenz und Nachvollziehbarkeit/Transparenz von Berechnungen, Informationen und Reports“ (#29) 0,63 Punkte, wobei es bei den Forschern den siebten und bei den Praktikern den ersten Platz belegt. Ein T-Test zeigt, dass diese Diskrepanz statistisch signifikant ist, die der meisten anderen Kriterien jedoch nicht. Die Unterschiede können teilweise damit erklärt werden, dass Forscher dazu tendierten die Kriterien als wichtiger einzustufen als Praktiker.

Das o. g. Kriterium belegt auch in der Gesamtplatzierung den ersten Platz. Es sollte daher besonderes Augenmerk auf eine transparente Berichterstattung gelegt werden, um Missinterpretationen zu vermeiden. Das Kriterium deutet auf die allgemeine Datenqualität hin, die ebenfalls von weiteren Kriterien gemessen wurde. Die Vergleichsweise hohe Bewertung dieser Kriterien deutet darauf hin, dass Datenqualität ein wichtiger Faktor für den Erfolg von BUIS der nächsten Generation ist und daher schon früh im Entwicklungsprozess beachtet werden sollte. Besagte Kriterien sind: „Konsistenz und Nachvollziehbarkeit/Transparenz von Berechnungen, Informationen und Reports“ (#29; Rang 1/47; AM 1,52), „Automatische Berechnung von Kennzahlen“ (#20; Rang 8/47; AM 1,73), „Aktualität der Daten/Warnung bei veraltetem Datenmaterial“ (#28; Rang 13/47; AM 1,84), „Automatische Prüfung auf fehlerhafte Eingaben anhand von historischen Daten“ (#30; Rang 20/47; AM 1,94) und „Minimale manuelle Datenerhebung“ (#27; Rang 21/47; AM 1,97).

Das zweitplatzierte Kriterium ist der „Export in gängige Formate“ (#22; Rang 2/47; AM 1,53). Hatte ein Teilnehmer das Kriterium mit „sehr wichtig“ (1) oder „wichtig“ (2) bewertet, wurde er aufgefordert, die gewünschten Formate anzugeben. Diese Frage wurde von den Formaten von Excel (27 Stimmen; 81,8%) und Word (20 Stimmen; 60,6%) sowie dem Portable Document Format (PDF) (25 Stimmen; 75,8%) dominiert (vgl. Anhang C: [http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_BUIS\\_Graeuler\\_Teuteberg.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_BUIS_Graeuler_Teuteberg.pdf)).

Forscher sowie Praktiker erkannten die Notwendigkeit der Integration von BUIS mit einer Vielzahl vorhandener Systeme. Sie bewerteten das Kriterium „Flexible und insbesondere transparente Schnittstellen für die Integration vorhandener Daten und Integration von Insellösungen“ als sehr wichtig (#25; Rang 3/47; AM 1,58), die „(Automatische) Erfassung feingranularer Verbrauchsdaten von Sensornetzwerken“ nahm jedoch nur eine untergeordnete Rolle ein (#26; Rang 33/47; AM 2,35).

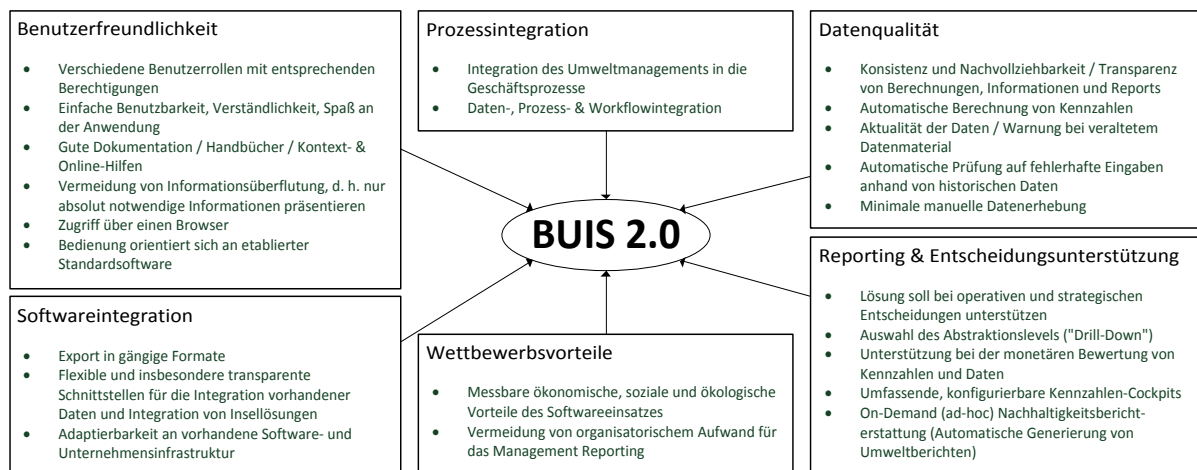
Die Ergebnisse zeigen, dass die zuvor erwähnte Kritik an derzeitigen BUIS im Hinblick auf die operative und strategische Entscheidungsfindung adressiert werden muss (#11; Rang 4/47; AM 1,64). Dies könnte bspw. mittels der Kriterien „Unterstützung bei der monetären Bewertung von Kennzahlen und Daten“ (#11; Rang 4/47; AM 1,64), „Aufzeigen von Ursache-Wirkungs-Beziehungen, Sensitivitätsanalysen“ (#19; Rang 25/47; AM 2,06)



oder „Vorhersagefunktion/Forecasts, Simulationsunterstützung“ (#18; Rang 38/47; AM 2,41) geschehen.

Die Befragten sind der Auffassung, dass es „Verschiedene Benutzerrollen mit entsprechenden Berechtigungen“ geben müsse (#33; Rang 5/47; AM 1,64), was darauf hindeutet, dass verschiedene Stakeholder (vgl. Anhang D: [http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_BUIS\\_Graeuler\\_Teuteberg.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_BUIS_Graeuler_Teuteberg.pdf)) unterschiedliche Daten, bzw. eine unterschiedliche Sicht auf die Daten benötigen. Dies korrespondiert mit der vergleichsweise hohen Bewertung des Kriteriums „Vermeidung von Informationsüberflutung, d. h. nur absolut notwendige Informationen präsentieren“ (#37; Rang 18/47; AM 1,91). Eine Möglichkeit Informationsüberflutung zu vermeiden wäre, die Benutzer die Granularität der Daten selbst entscheiden zu lassen. Das Kriterium „Auswahl des Abstraktionslevels ("Drill-Down")“ maß die Notwendigkeit dieses Merkmals und wurde ebenfalls sehr hoch bewertet (#39; Rang 10/47; AM 1,76).

Die Teilnehmer sehen die Notwendigkeit für „Gute Dokumentation/Handbücher/Kontext- & Online-Hilfen“ (#40; Rang 7/47; AM 1,7), aber nicht für „Trainingsfunktionalitäten (z. B. integrierte Schulungsvideos)“ (#41; Rang 43/47; AM 2,88). Entwickler sollten daher sorgfältig auswählen, welche Informationen bzgl. der Bedienung der Software notwendig sind und welche nicht. Es sollte jedoch möglich sein die Software einfach zu verstehen und zu benutzen, da dies zur Freude an der Anwendung beiträgt (#44; Rang 6/47; AM 1,67).



**Bild 1:** Kriterien von BUIS 2.0 (mit Mittelwert unter 2)

## 7 Implikationen für eine neue BUIS-Schichtenarchitektur

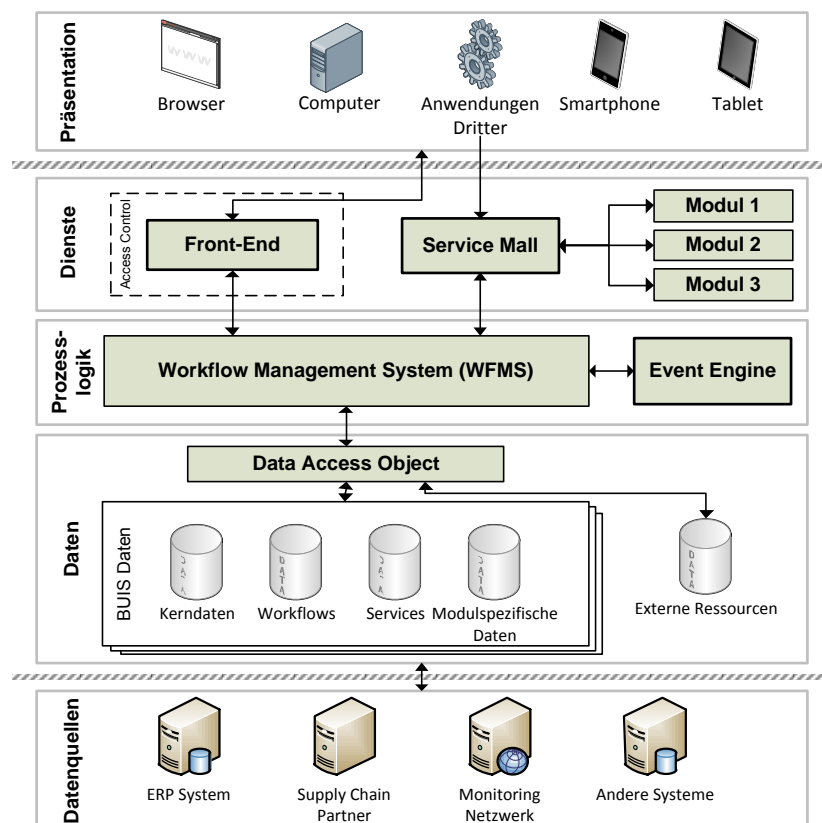
Ziel dieses Abschnitts ist die Abbildung der identifizierten und priorisierten Anforderungen auf eine mögliche Architektur sowie die Darstellung von Schlussfolgerungen für BUIS der nächsten Generation. Dies geschieht im Rahmen der Auslegung des Teilsystems Kernplattform, welches später das verbindende Element der neuen BUIS-Funktionalität werden soll.

Der Modellierungsprozess für die neue BUIS-Architektur wurde in eine Konzeptions- und Realisierungsphase unterteilt. In der ersten Phase werden verschiedene Techniken und Designkriterien evaluiert und ein Feinentwurf der Systemplattform erstellt, der auf den Ergebnissen der Anforderungsfindung und Grobmodellierung aus vorgelagert durchgeführten

Arbeitspaketen basiert. In der anschließenden Realisierungsphase wird zunächst der erste Teil des Entwurfs durch Implementierung der service-orientierten Infrastruktur umgesetzt. In einem zweiten Schritt werden dann die wichtigsten Dienste entsprechend ihrer Priorität realisiert. Die Priorität wird dabei entsprechend des Zeitpunkts der späteren Nutzung durch die Anwendungsszenarien, durch den Zeitpunkt des Bedarfs im Rahmen des evolutionären Vorgehens bei der Umsetzung und durch die Priorisierung bei der Umfrage bestimmt.

Bild 2 stellt die vorgeschlagene neue Architektur für BUIS als typische Mehrschichtenarchitektur dar. Die Präsentation, die Verarbeitung der Anwendungslogik und die Verwaltung der Datenbanken sind hierbei jeweils durch eigenständige Schichten gekapselt. Die Präsentationsschicht bildet die graphische Benutzungsoberfläche des BUIS und bietet für den Endanwender den Zugriff auf das System über feindifferenzierte Regeln und Rechte für den Zugriff. Über die Front-End-Komponente ist diese Schicht mit der Dienstschicht verbunden, welche die eigentliche Funktionalität des Systems, gekapselt in einzelne Dienste, anbietet. Die Hauptkomponente in der Dienstschicht ist die Service Mall in der alle benötigten Dienste – jeweils gruppiert in Module – veröffentlicht und gefunden werden können. Alle Funktionalitäten eines BUIS 2.0 sind in die folgenden drei Module gekapselt:

- **Green IT** für die (teil-)automatische Energieeffizienzmessung der IKT am Beispiel von Rechenzentren
- **Green Logistics und nachhaltige Produktentwicklung** für die automatisierte Ermittlung von Treibhausgas-Emissionswerten entlang der Supply Chain und
- **Nachhaltigkeitsberichterstattung & Reporting**, für eine (teil-)automatisierte Berichterstattung.



**Bild 2:** BUIS 2.0 Schichtenarchitektur

Die jeweils umzusetzenden Geschäftsprozesse werden in Form von Workflows in der Prozesslogik realisiert. Ein Großteil der Aktivitäten dieser Workflows wird mit Hilfe von verteilten Diensten umgesetzt, sodass eine flexible Konfiguration möglich wird. Diese lose Kopplung stellt die Verbindung zwischen der Prozess- und der Dienstschrift dar. Alle Workflows werden durch ein speziell konzipiertes Workflow Management System (WFMS) verwaltet. Sobald sich ein Benutzer angemeldet hat, wird ihm vom System eine Liste aller ihm zugänglichen Workflows zur Auswahl angeboten. Die notwendige Kommunikation zwischen dem WFMS und der Service Mall wird –dem SOA-Konzept folgend – über eine dienstbasierte Kopplung stattfinden. Auf diese Weise können die für die Durchführung eines Workflow benötigten Dienste aufgefunden werden. Analog hierzu ist das WFMS ist auch mit der Event-Engine-Komponente verbunden. Die Aufgabe der Event-Engine als aktive Komponente des Systems wird es sein, (Umwelt-)Zustände zu überwachen und gegebenenfalls Alarmmeldungen (per Email, SMS o. Ä.) oder proaktiv Handlungsempfehlungen zu geben. Die Versorgung der Prozessschicht mit allen benötigten Informationen und Daten wird durch Ankopplung einer Datenschicht über das so genannte Data Access Object Pattern verbunden. Über die Datenschicht wird die Anbindung einer Vielzahl von Datenquellen (und zudem die Integration von bisherigen Insellösungen) möglich sein.

## 8 Zusammenfassung

### 8.1 Einschränkungen

Da die Umfrage auf deutsche Teilnehmer begrenzt wurde, können die Ergebnisse nicht direkt auf andere Länder übertragen werden. Weiterhin war es den Autoren nicht möglich, alle Stakeholder-Gruppen in die Umfrage mit einzubeziehen; Aktionäre, Special Interest Gruppen und Gesetzgeber wurden bspw. nicht berücksichtigt. Während der Planung des Forschungsprozesses wurde festgestellt, dass sich eine Priorisierung der Kriterien am besten durch den Einsatz des AnalyticHierarchyProcess [2] erreichen ließe. Dieses Vorhaben wurde später verworfen, da dafür eine für Probanden unzumutbar hohe Zahl von 1.081 paarweisen Vergleichen notwendig gewesen wäre.

### 8.2 Handlungsempfehlungen

Mithilfe der Daten aus der empirischen Analyse, sind Wissenschaftler und Praktiker bei der Entwicklung von BUIS 2.0 gleichermaßen in der Lage, den Eigenschaften, die am wichtigsten für die Benutzer sind, besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die vorgeschlagene Architektur unterstützt die Entwicklung BUIS 2.0 durch die Abnahme von konzeptionellen Überlegungen bei der Gestaltung dieser Software und stellt daher den ersten Schritt in Richtung BUIS 2.0 dar. Basierend auf einer gründlichen Anforderungsdefinition und kohärenten Architektur, können Systeme implementiert und Prototypen an Industriepartner geliefert werden.

### 8.3 Weitere Forschungsarbeiten

Obwohl das entsprechende Kriterium in der Umfrage schlecht abschnitt (#47; Rang 44/47; AM 2,94), kann erwogen werden, ob BUIS 2.0 in einer Cloud-Computing-Umgebung auf Basis eines Software-as-a-Service-Modells angeboten werden können, anstatt sie individuell in den Rechenzentren der Kunden zu installieren und zu betreuen. Dies könnte ein

Widerspruch in sich sein, denn die Umweltfreundlichkeit von Cloud Computing ist umstritten und stark davon abhängig in welchem Modell es genutzt wird und welche Aufgaben es erfüllen soll [1]. Dabei sollten die Datenschutzbedenken von potenziellen Kunden berücksichtigt werden, obgleich dieses Kriterium in der Umfrage ebenfalls niedrig (#3; Rang 41; AM 2,73) platziert wurde.

Es sollte ein standardisiertes Format zum Austausch von Umweltdaten zwischen Softwareagenten entwickelt werden, damit eine Integration von Software verschiedener Anbieter und entlang der Supply-Chain ermöglicht werden kann. Hierzu gibt es einige Vorarbeiten (bspw. [13], aber bis heute hat sich noch kein Standard durchgesetzt.

Zu einem späteren Zeitpunkt könnten die Kriterien neu evaluiert werden um Einblicke darüber zu bekommen, wie erfolgreich sie im Einzelnen umgesetzt wurden und wie sie weiter verbessert werden können. Durch eine neue Datengrundlage mit einer größeren Grundgesamtheit kann eine Clusteranalyse verschiedene Ansätze für BUIS identifizieren; der Beitrag von Dinter und Stroh [5] kann dabei helfen. Außerdem können die Teilnehmer nicht nur in Wissenschaft und Praxis unterschieden werden, sondern auch andere Stakeholdergruppen (s. Anhang D), was weitere Ergebnisse über deren individuelle Priorisierung bieten könnte.

## Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts "IT-for-Green: Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS 2.0" entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert (Fördernummer W/A III 80119242).

## 9 Literatur

- [1] Baliga, BJ; Ayre, RWA; Hinton, K; Tucker, RS (2010): Green Cloud Computing: Balancing Energy in Processing, Storage and Transport. *Proceedings of the IEEE* 99(1):149-167.
- [2] Berander, P; Andrews, A (2005): Requirements Prioritization. In: Aurum, A; Wohlin, C (Hrsg.), *Engineering and Managing Software Requirements*. Springer Verlag, Berlin.
- [3] Brown, J; Isaacs, D (2005): *The World Café: Shaping Our Futures Through Conversations That Matter*. Berrett-Koehler, San Francisco.
- [4] Butler, T; McGovern, D (2009): A conceptual model and IS framework for the design and adoption of environmental compliance management systems. *Information Systems Frontiers*, Online First.
- [5] Dinter, B; Stroh, F (2009): Design Factors for Service-oriented Architecture Applied to Analytical Information Systems: an Explorative Analysis. *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems*. Verona.
- [6] El-Gayar, O; Fritz, BD (2006): Environmental management information systems (EMIS) for sustainable development: a conceptual overview. *Communications of the Association for Information Systems* 17(1):756-784.

- [7] Elkington, J (1998): *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. New Society Publishers, Gabriola Island.
- [8] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art – Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):257-266.
- [9] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design science in information systems research. *Management Information Systems Quarterly* 28(1):75-105.
- [10] Holman, P (2009): *The Change Handbook: The Definitive Resource on Today's Best Methods for Engaging Whole Systems*. Berrett-Koehler, San Francisco.
- [11] Jenkins, AM (1985): Research methodologies and MIS research. In: Mumford, E (Hrsg.), *Research Methods in Information Systems*. North-Holland Publishing, Amsterdam.
- [12] Lau, F (1997): A Review of Action Research in Information Systems Studies. In: Lee, A; Liebenau, J; DeGross, J (Hrsg.), *Information Systems and Qualitative Research*. Chapman & Hall, London.
- [13] Lenz, C; Isenmann, R; Marx Gómez, J; Krüger, M; Arndt, H-K (2002): Standardisation of XML-based DTDs for Corporate Environmental Reporting: Towards an EML. *Proceedings of Informatics for Environmental Protection*. Vienna.
- [14] Liebold, R; Trinczek, R (2009): Experteninterview. In: Kühl, S; Strodtholz, P; Taffertshofer, A (Hrsg.), *Handbuch Methoden der Organisationsforschung - quantitative Methoden der Organisationsforschung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [15] Loos, P et al. (2011): Green IT: A Matter of Business and Information Systems Engineering? *Business & Information Systems Engineering* 3(4):245-252.
- [16] Melville, NP (2010): Information Systems Innovation for Environmental Sustainability. *MIS Quarterly* 34(1):1-21.
- [17] Mithas, S; Khuntia, J; Roy, PK (2010): Green Information Technology, Energy Efficiency, and Profits: Evidence from an Emerging Economy. *Proceedings of the International Conference on Information Systems*. St. Louis.
- [18] Murugesan, S (2008): Harnessing green IT: Principles and practices. *IT professional* 10(1):24-33.
- [19] Pfadenhauer, M (2007): Das Experteninterview – Ein Gespräch auf gleicher Augenhöhe. In: Buber, R; Holzmüller, R (Hrsg.), *Qualitative Marktforschung*. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [20] Rautenstrauch, C (1999): *Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme*. Springer-Verlag, Berlin.
- [21] Reips, U-D (2002): Standards for Internet-Based Experimenting. *Experimental Psychology* 49(4):243-256.
- [22] Robra-Bissantz, S (2011): Empirische Forschung in der Wirtschaftsinformatik. In: Kurbel, K; Becker, J; Gronau, N; Sinz, E; Suhl, L (Hrsg.), *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*.

- [23] Teuteberg, F; Marx Gómez, J (2010): Green Computing & Sustainability - Status Quo und Herausforderungen für betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* 274:6-17.
- [24] Teuteberg, F; Straßenburg, J (2009): State of the art and future research in Environmental Management Information Systems - a systematic literature review. *Information Technologies in Environmental Engineering I*. Springer, Berlin.
- [25] Watson, RT; Boudreau, M-C; Chen, AJ (2010): Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *Management Information Systems Quarterly* 34(1):23-38.
- [26] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *Management Information Systems Quarterly* 26(2):13-23.
- [27] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik Eine empirische Untersuchung. *Wirtschaftsinformatik* 49(4):280-287.