

Green IT/IS Forschung – Ein systematischer Literaturreview und Elemente einer Forschungsagenda

Kerstin Ortwerth
Frank Teuteberg

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



Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik, 2012

Green IT/IS Forschung – Ein systematischer Literaturreview und Elemente einer Forschungsagenda

Kerstin Ortwerth

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,
49074 Osnabrück, E-Mail: kerstin.ortwerth@uni-osnabrueck.de

Frank Teuteberg

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,
49074 Osnabrück, E-Mail: frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

Abstract

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung im Bereich Green IT/IS. Insgesamt 65 Beiträge wurden im Rahmen einer systematischen Literaturanalyse zum Thema Green IT/IS identifiziert und im Hinblick auf verwendete Forschungsmethoden, aktuelle Herausforderungen, zugrundeliegende Theorien sowie in den Beiträgen adressierte Stakeholder von Green IT/IS analysiert. Aus den vorgestellten Ergebnissen wird eine Forschungsagenda abgeleitet.

1 Einleitung und Motivation

Das Interesse an Themen wie nachhaltiges Informationsmanagement oder Green IT/IS nimmt sowohl in der Wissenschaft als auch in der Unternehmenspraxis in den letzten Jahren stetig zu [12]. Gründe hierfür sind das steigende öffentliche Interesse an Umweltthemen wie bspw. „global warming“, die Reduzierung von Treibhausgasemissionen oder wachsendes ökologisches Bewusstsein. Auch in den Unternehmen wächst die Bedeutung des Umweltschutzes, da dieser einen wichtigen Aspekt gesellschaftlicher und unternehmerischer Verantwortung darstellt und zudem ein Differenzierungskriterium sein kann [12]. Melville [19] konstatiert, dass dem Thema Green IS in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zukommt, welche bis dato noch unterschätzt wird. Die Forschung im Bereich Green IS leistet einen wichtigen Beitrag zum Wissen an den Schnittstellen von nachhaltigem Informationsmanagement, Prozessgestaltung, Organisation, IT und natürlicher Umwelt. Hierbei unterstützt Green IS u.a. die Entwicklung von innovativen und umweltfreundlichen Strategien und Informationssystemen, die neue Wege im Umgang mit umweltbezogenen Fragestellungen aufdecken und letztlich zu einer Verbesserung von Energie- und Ressourceneffizienz in den Unternehmen beitragen können [19]. Mittels der vorliegenden

systematischen Literaturrecherche wird ein Überblick über das Themengebiet Green IT/IS gegeben. Hierzu wird der Stand der aktuellen Forschung zu diesem Thema aufgedeckt und Forschungslücken identifiziert. Abschnitt 2 gibt eine Abgrenzung des Themengebietes Green IS, indem die Begriffe Green IT, "IT-for-Green" und Green IS in einen Zusammenhang gebracht werden. Abschnitt 3 stellt die Methodik sowie den Analyserahmen des vorliegenden Beitrags vor, Abschnitt 4 beinhaltet die eigentliche Analyse. In Abschnitt 5 wird ein Ausblick auf die zukünftige Forschung gegeben und eine Forschungsagenda aus den Ergebnissen der Literaturanalyse abgeleitet.

2 Green IT versus Green IS ("IT-for-Green")

Das Thema Green IT wurde bereits durch unterschiedliche Methoden und einer Vielzahl von Terminologien und Konzepten begrifflich erfasst. Murugesan 2008, S. 25, definiert Green IT als, „...the study and practice of designing, manufacturing, using and disposing of computer, servers and associated subsystems ... efficiently and effectively with minimal or no impact on the environment.“ Diese Definition konzentriert sich auf die Verbesserung der Energieeffizienz und die Auslastung von Anlagen durch Maßnahmen wie beispielsweise die Gestaltung von energieeffizienteren und leistungsfähigeren Chips, die Virtualisierung oder die Reduzierung des Energieverbrauchs in Rechenzentren [28]. Insgesamt liegt im Bereich Green IT der Betrachtungsfokus auf Technologien und deren Energieeffizienz bzw. Ressourcenverbrauch. In den letzten beiden Jahren [17] liegt der Fokus der Betrachtung in der Literatur jedoch zunehmend auf der Frage, wie die IT die ökologischen Herausforderungen angemessen bewältigen kann und welcher strategischen Bedeutung der IT im Bereich des nachhaltigen Informationsmanagement beikommt. Dieser neue Ansatz wird auch als "IT-for-Green" [17] bezeichnet. Die passive und operative Rolle der IT im Bereich Green IT wandelt sich zu einer aktiven und strategischen Rolle im Bereich IT-for-Green, welche bei der Lösung ökologischer Probleme Abhilfe schaffen soll [17]. Das Thema Green IS umfasst zusätzlich die Bereiche Software, Prozesse und Menschen (siehe Bild 1). Nach Watson et al. 2010 [29] wird zudem die sogenannte Energie-Informatik, als ein weiteres Forschungsfeld, ebenfalls dem Spektrum Green IS zugeordnet. Diese unterstützt u.a. bei der Reduzierung des Energieverbrauchs sowie bei der Treibhausgasemission. Bild 1 verdeutlicht das gesamte Themenfeld Green IS mit der Abgrenzung zum Themengebiet Green IT (gestrichelter Kreis).

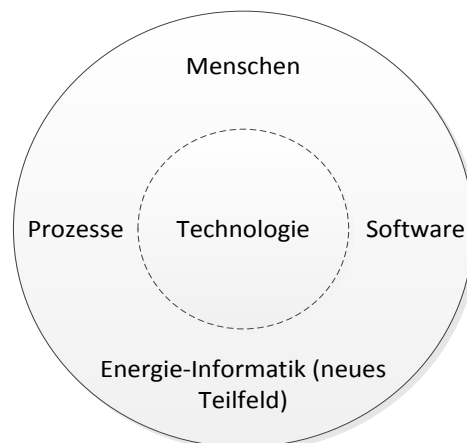


Bild 1: Betrachtungsfokus Green IS

3 Methodik und Analyserahmen

3.1 Systematische Literaturanalyse und Überblick der analysierten Artikel

Aufgrund der Masse an Konferenzen, Zeitschriften, Büchern und Workshops zu bestimmten Themen ist die systematische Literaturanalyse mittlerweile zu einer unerlässlichen Forschungsmethode geworden [13]. Mit Hilfe dieser Methode soll zum einen, der aktuelle Forschungsstand zusammengefasst, zum anderen Zusammenhänge, Widersprüche, Diskrepanzen sowie Unstimmigkeiten aufgedeckt und schließlich verbreitete Probleme im fokussierten Bereich der Forschung ermittelt werden, um künftig mögliche Vorgehensweisen aufzuzeigen [1].

Als Grundlage für die systematische Analyse der gesammelten Artikel über das Thema Green IT/IS, wurde in Anlehnung an Dibbern et al. 2004 [11] ein Analyseframework entwickelt. Analyseframeworks im Allgemeinen beschreiben die Struktur von Objekten in festgelegten Arbeitsbereichen und die Beziehung zwischen den einzelnen Objekten. Dies kann zur detaillierten Beschreibung eines Forschungsgebietes, zur Organisation der Erkenntnisse sowie zur Identifikation von weiteren Möglichkeiten für spezifische Theorien sinnvoll sein [26]. Tabelle 1 zeigt das in diesem Artikel zugrundeliegende Analyseframework.

Phasen	Arbeitsschritte	Zu beantwortende Fragen / Kontext	Abschnitte
Motivation	1. Weshalb?	Weshalb ist Green IS von Bedeutung?	1. ; 4.1
Abgrenzung und Untersuchungsgegenstand	2. Was?	Was steht im Fokus der aktuellen Forschung?	4.2
	3. Welche?	Welche Journals und Konferenzen sind im Bereich der Green IT/IS Forschung von Bedeutung? Welche Autoren werden am häufigsten zitiert? Welche Forschungsmethoden werden angewendet? Welche IS-Theorien sind für die Green IT/IS Forschung von Bedeutung?	3.1; 4.2; 4.3
	4. Wer?/Worin?	Wer sind die Adressaten / Stakeholder im Forschungsbereich Green IT/IS? Worin liegen aktuell die Herausforderungen und Problemaspekte in Bezug auf die Etablierung von Green IT/IS in Forschung und Praxis?	4.4 4.5
Ergebnis und Analyse	5. Ergebnisse und Implikationen	Was sind die zentralen Ergebnisse dieser Literaturstudie? Wo liegen Entwicklungspotenziale im Bereich Green IS und wo gibt es weiteren Forschungsbedarf? (Forschungsagenda)	5.

Tabelle 1: Analyseframework

1. Definition des Untersuchungsbereichs: Der Untersuchungsbereich wurde bereits in den Abschnitten 1 und 2 definiert.

2. Konzeptualisierung des Untersuchungsgegenstandes: Die Abgrenzung der Themenschwerpunkte sowie die jeweiligen Konzepte Green IT und Green IS sind in Abschnitt 2 dargestellt worden.

3. Literatursuche und -auswahl: In einem ersten Schritt wurden die Top 6 (gemessen am Ranking der WKWI (Wissenschaftlichen Kommission für Wirtschaftsinformatik) IS Konferenzen (ECIS, WI, ICIS, HICCS, AMCIS, AIS) und Datenbanken wie EBSCO und ScienceDirect durchsucht. Themenschwerpunkt bei der Suche war das Themengebiet Green IT/IS. Zunächst wurde dies allgemein durchsucht, um einen ersten Überblick zu

gewinnen und eine Basis für diesen Artikel zu schaffen. Um das Themenfeld weiter einzugrenzen und der Aktualität des Themas gerecht zu werden, lag der Fokus im Weiteren auf den Konzepten *Acceptance / Resistance / Diffusion*. Die folgenden Schlüsselwörter wurden verwendet, um ein umfassendes Suchergebnis zu erhalten: *Green IS, Green IT, eco-innovation, sustainability, green computing, acceptance, diffusion, adoption, resistance, usability, technology acceptance, green corporate strategies*. Diese ersten Ergebnisse wurden in einer Excel-Tabelle festgehalten. In der die hier vorgestellten Literaturanalyse wurden, mit Ausnahme eines Beitrags, ausschließlich englischsprachige Beiträge identifiziert. Dies liegt darin begründet, dass der Fokus dieser Literaturanalyse auf internationale Konferenzen und auf die oben genannten Konzepte gelegt wurde. In der deutschsprachigen Literatur zu diesem Thema wird dagegen der Fokus verstärkt auf die Entwicklung von betrieblichen Umweltinformationssystemen und weniger auf Fragen der Akzeptanz oder Diffusion von Green IT/IS in Unternehmen gelegt. Die herangezogenen Journals und Konferenzen sowie die identifizierten Beiträge können dem unter der folgenden Adresse zur Verfügung gestellten Anhang entnommen werden: www.uwi.uos.de/GreenIT_IS_Review_MKWI2012.pdf. In einem zweiten Schritt wurde eine Vorwärts-Rückwärts-Analyse durchgeführt (Analyse der Literaturverzeichnisse der im ersten Schritt identifizierten Beiträge), um weitere relevante Beiträge identifizieren zu können. Diese wurden ebenfalls in die Excel-Tabelle eingepflegt. Im dritten Schritt wurden die Artikel auf ihre Relevanz in Bezug auf die genannten Themenschwerpunkte untersucht. Hierzu wurden insbesondere der Abstract und die Einleitung untersucht. Insgesamt konnten auf diese Weise 65 Artikel aus dem Zeitraum vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2011, mit einem Schwerpunktbereich von 2008 bis 2011 identifiziert werden.

4. Literaturanalyse: Die eigentliche Analyse der Literatur folgt in Abschnitt 4. Hierzu wurden die gesammelten Artikel nach unterschiedlichen Auswertungspunkten (siehe Tabelle 1) analysiert.

5. Forschungsagenda: Die gesammelten Ergebnisse werden entsprechend interpretiert und zukünftiger Forschungsbedarf für Wissenschaft und Praxis im Bereich Green IS herausgestellt. Darauf aufbauend wird abschließend eine Forschungsagenda erstellt.

3.2 Verwandte Arbeiten

Um eine entsprechend fundierte Analyse der Literatur vornehmen zu können, ist es notwendig vorherige Literaturrecherchen zum Themenkomplex Green IT/IS sowie zur Akzeptanz- und Diffusionsforschung und zu Theorien im Bereich IS heranzuziehen. Fünf für diesen Beitrag relevante Literaturrecherchen konnten identifiziert werden. Tabelle 2 fasst die zentralen Ergebnisse (Gegenstand des Artikels / Ziele, angewandte Methoden, Betrachtungszeitraum) zusammen.

Der vorliegende systematische Literaturreview unterscheidet sich insofern von den in Tabelle 2 aufgeführten Beiträgen, da ausschließlich hochqualitative Journals und Konferenzen gesichtet, der Fokus des Betrachtungszeitraumes (bis zum Jahr 2011) ausgedehnt sowie das Themengebiet (Green IT/IS) im Hinblick auf Akzeptanz-, Diffusionsforschung und IS Theorien analysiert und zusätzlich weitere Auswertungspunkte (z.B. Stakeholder-Adressierung) herangezogen wurden. Inhaltlich wurde zunächst das Augenmerk auf Artikel gelegt, die Literaturanalysen für den Bereich IT/IS mit Fokus auf Akzeptanz- sowie Diffusionsforschung gelegt haben, um erste Anregungen für den hier vorliegenden Artikel

zu bekommen. Des Weiteren wurde die Suche im nächsten Schritt auf Literaturanalysen im Bereich Green IT/IS gerichtet, um tiefer in die aktuelle Forschung in dem Bereich einzudringen.

Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl	Michael D Williams, Yogesh K Dwivedi, Banita Lal, Andrew Schwarz (2009) Contemporary trends and issues in IT adoption and diffusion research, Journal of Information Technology 24, 1–10 [31]
Gegenstand des Artikels / Ziel	(1) Identifizierung der meist veröffentlichten Artikel zum Thema IS/IT Akzeptanz und Diffusion; (2) Darstellung der generellen Trends bezüglich Einführung und Diffusion; (3) Identifizierung der Länder mit den häufigsten Artikeln zu diesem Thema; (4) Aufführung der Aktivitäten der Autoren in diesem Bereich; (5) Klassifikation der Publikationen bezüglich der Schlüsselwörter Einführung, Akzeptanz, Diffusion (6) Identifizierung von Analysen; (7) Klassifizierung der Artikel nach Forschungsmethoden; (8) Klassifizierung nach empirisch vs. nicht empirisch; (9) Klassifizierung nach qualitativ vs. quantitativ; (10) Identifizierung der verschiedenen Theorien
Zeitraum	1985-2007
Methode	Verwendung von Science Citation Index und Social Science Citation Index Methoden, für eine Identifikation der Publikationen im Bereich IS/IT mit den Themenschwerpunkten: diffusion, adoption und acceptance
Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl	Sanghee Lim, Terence Saldanha, Suresh Malladi, Nigel P. Melville (2009) Theories Used in Information Systems Research: Identifying Theory Networks in Leading IS Journals, International Conference on Information Systems 1-1-2009 [16]
Zeitraum	1998-2006
Gegenstand des Artikels / Ziel	(1) Analyse der verwendeten Theorien im Bereich IS; (2) Analyse der vorrangigen Problemfelder in diesem Bereich; (3) Analyse von Strukturen, die sich in der IS Forschung finden lassen (Visualisierung von Artikel-Netzwerken)
Methode	Verwendung von social network analysis (SNA) Methoden, um die Strukturen in den jeweiligen Theorien zu analysieren
Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl	Nigel P. Melville (2010) Information Systems innovation for environmental sustainability, MIS Quarterly, Vol. 34 No. 1, 1-21 [19]
Zeitraum	2000-2007
Gegenstand des Artikels / Ziel	(1) Einbindung der Information Systems Perspektive in die Nachhaltigkeitsdebatte (2) Vorantreiben der Entwicklung und Einführung von IS für ökologische Nachhaltigkeit (3) Verbesserung des Verständnisses hervorstechender Aspekte
Methode	Verwendung des Belief-Action-Outcome (BAO) Modells sowie des Micro-Makro-Modells, um Forschungsfragen und eine Forschungsagenda darzustellen
Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl	Rosario Vazquez, Esther Rocha, Sergio Dominguez, Daniel Morales, Punit Ahluwalia (2011) Green IS and Green IT: Organizational awareness, readiness and competitiveness, Proceedings of the 17 th Americas Conference on Information Systems [27]
Zeitraum	2000-2010
Gegenstand des Artikels / Ziel	(1) Was sind die klassifizierten Unterthemen innerhalb des umfassenden Themas Green IT und/oder Green IS? (2) Was sind die wichtigsten Konzepte im Bereich dieser Forschung? (3) Was sind die Trends der veröffentlichten Forschungsergebnisse insgesamt und für verschiedene Zeitschriften? (4) Wie hoch ist die Anzahl der Artikel in den untersuchten Journals der jeweils untersuchten Jahre?
Methode	Inhaltliche Analyse der Artikel (Metaanalyse) um eine relative Gewichtung der verschiedenen Themen im Forschungsbereich Green IS vorzunehmen und Vorstellung der Ergebnisse einer Längsschnittanalyse sowie demographischen Analyse
Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl	Mauricio Marrone, Nils-Holger Schmidt, Janis Kossahl, Lutz M. Kolbe (2011) Creating a Taxonomy of Corporate Social Responsibility, Sustainability, Stakeholders, Environment, Green IS, and Green IT: A Literature Review, Working Paper on Information Systems [18]
Zeitraum	2006-2010
Gegenstand des Artikels / Ziel	(1) eine Verbindung von Green IS und Green IT zum umfassenderen Begriff der Nachhaltigkeit zu schaffen; (2) Klassifizierung der relevanten Konzepte in diesem Bereich
Methode	Erstellung einer Beziehungs-Matrix von relevanten Konzepten, Entwicklung einer Konzept-Struktur zur Darstellung der relevanten Ergebnisse

Tabelle 2: Verwandte Arbeiten

4 Analyse der Ergebnisse

4.1 Suchanalyse der Begriffe Green IT / Green IS

Die Bedeutung sowie der Zusammenhang zwischen Green IT und Green IS wurde bereits in Abschnitt 2 diskutiert. An dieser Stelle werden die beiden Begriffe näher untersucht, indem eine Suche über Google durchgeführt wurde. Die Tabellen 3 und 4 zeigen die Top-Regionen, in denen die Begriffe Green IT sowie Green IS jeweils als Suchbegriffe verwendet werden. Green IT ist ein Begriff der in Europa, insbesondere im deutschsprachigen Raum sowie in Indien und Asien verwendet wird. Während im anglo-amerikanischen schon viel länger der Begriff Green IS [19] eine Rolle spielt, welcher erst in den letzten 2 Jahren auch in deutschsprachigen Quellen Beachtung findet. Um die Daten miteinander vergleichen zu können, wurden sie auf einer Skala von 0 bis 100 normiert, 0 stellt die unterste Suchtrefferquote dar, 100 die höchste. Die höchste Suchtrefferquote wurde gleich 100 % gesetzt, die Weiteren entsprechend ins Verhältnis gesetzt. Green IT wird als Suchbegriff stark mit dem Wort Technologie verknüpft (85 % Suchtrefferquote). Interessant ist auch, dass häufig nach Definitionen des Konzepts Green IT gesucht wird (35 % Suchtrefferquote), was zeigt, dass es noch keine allgemeinverwendete Definition gibt.

Region	Green IT	Green IS
Südkorea	100	0
Indien	70	43
Deutschland	39	13
Australien	26	86
Großbritannien	20	61
Niederlande	14	0
USA	13	100
Kanada	11	98

Tabelle 3: Top-Regionen für Green IT

Region	Green IT	Green IS
USA	13	100
Kanada	11	98
Australien	26	86
Großbritannien	20	61
Indien	70	43
Deutschland	39	13
Südkorea	100	0
Niederlande	14	0

Tabelle 4: Top-Regionen für Green IS

Im Suchdiagramm (Bild 2) nimmt Green IT seit Ende des Jahres 2009, Anfang des Jahres 2010 etwas ab, während sich jetzt die Literatur und somit auch die Suche mehr auf Green IS (IT-for-Green), d.h. dem weiter gefassten Konzept konzentriert. Somit lässt sich eine Trendwende von Green IT- zu Green IS-Themen in der Forschung beobachten.

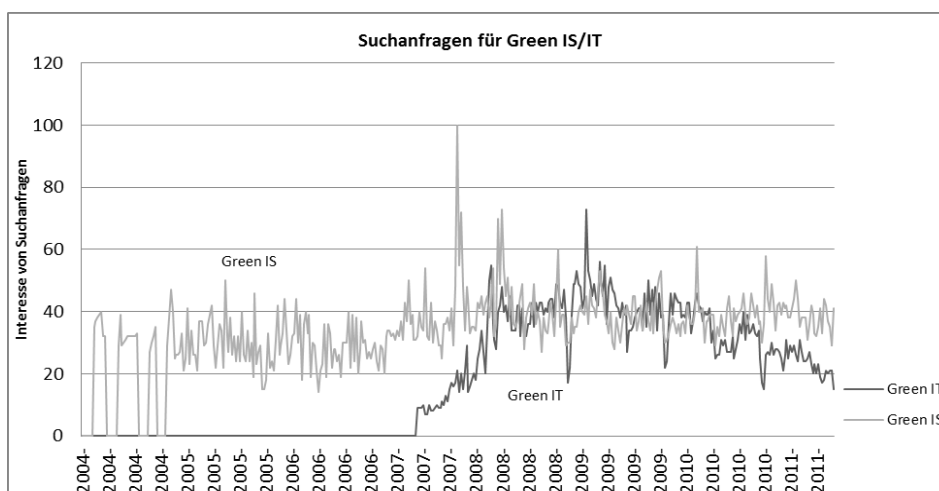


Bild 2: Suchanfragen für die Begriffe Green IT / Green IS

4.2 Aktuelle Forschung

Die betrachtete Stichprobe wurde inhaltlich untersucht, um Aussagen bezüglich der aktuellen Forschung im Bereich Green IT/IS treffen zu können. Im Allgemeinen wird von einigen Autoren, wie Bansal [2] oder Dangelico [10], zunächst die Motivation für Unternehmen „grüne Produkte“ zu entwickeln, dargestellt. Hierbei geht es z.B. um die Entwicklung oder das Design „grüner Produkte“ [9], sowie das Interesse bzw. die Motivation zur Integration von Nachhaltigkeit in Unternehmen [10]. Aktuell werden für das Forschungsgebiet Green IT/IS vorrangig Modelle zur Akzeptanz und Diffusion von Green IT entwickelt. Molla 2011 entwickelt z. B. in dem Beitrag „GITAM: A model for the adoption of Green IT“ ein Akzeptanzmodell. Die Entwicklung von Akzeptanz- und Diffusionsmodellen im Forschungsbereich Green IS steht noch am Anfang, da in der betrachteten Stichprobe lediglich zwei Modelle entwickelt werden [7] [8]. Des Weiteren beschäftigt sich die Forschung auf diesem Gebiet vorrangig mit der Rolle und dem Nutzen von IS für eine nachhaltige Unternehmenskultur (z.B. [19] [6]) sowie mit den Konzepten und Problemen im Bereich Green IS und damit verbundenen Literaturrecherchen (z.B. [12]).

Um ein genaueres Bild des Forschungsbereichs zu gewinnen wurde eine bibliometrische Analyse mit dem Programm *Publish or Perish 3* (<http://www.harzing.com/pop.htm>), welches Zitationsanalysen erstellt, durchgeführt. Die Auswertungen zeigt Tabelle 5. Insgesamt sind hier die neun häufigsten zitierten Autoren aufgelistet. Die Quellen stammen alle aus den Jahren 2008 bis 2011. Dies verdeutlicht die vergleichsweise „junge“ Forschung auf diesem Gebiet. Besonders im Forschungsbereich Green IS werden die Autoren Watson, Chen und Boudreau sowie Melville häufig zitiert. In diesen Artikeln geht es inhaltlich sowohl um Literaturrecherchen [6] als auch um erste entwickelte Modelle bezüglich der Akzeptanz von Green IS [7] [8]. Häufigster Vertreter im Bereich Green IT ist Molla mit seinen Modellen zur Akzeptanz und Diffusion.

	Zitate	Autoren	Titel	Jahr	Publikationsorgan
1.	72	R.T. Watson, M. C. Boudreau, A. J. Chen	Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community [6]	2010	MIS Quarterly
2.	60	N.P. Melville	Information Systems innovation for environmental sustainability [6]	2010	MIS Quarterly
3.	33	A.J.W. Chen, M.C. Boudreau, R.T. Watson	Information systems and ecological sustainability [6]	2008	Department of Management Information Systems
4.	22	R.T. Watson, M. C. Boudreau, A. Chen, M. Huber	Green IS: Building Sustainable Business Practices [6]	2008	Information Systems
5.	10	A.J.W. Chen, R.T. Watson, M.C. Boudreau	Organizational Adoption of Green IS & IT: An Institutional Perspective [6]	2009	ICIS
6.	9	J. Dedrick	Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research [6]	2010	Communications of the Association for Information Systems
7.	8	A. Molla	GITAM: A Model for the Adoption of Green IT [6]	2011	ACIS
8.	6	A. Molla, S. Pittayachawan, B. Corbitt, H. Deng	An international comparison of Green IT Diffusion [6]	2009	International Journal of e-Business Management
9.	2	A. Molla	The Green IT readiness of organizations: A exploratory analysis [6]	2011	Communications of the Association for Information Systems

Tabelle 5: Zitationsanalyse

4.3 IS-Theorien und Forschungsmethoden

Dieser Abschnitt zeigt die dominierenden IS-Theorien sowie die angewendeten Forschungsmethoden in den identifizierten 65 Artikeln zum Bereich Green IT/IS auf. Die Artikel wurden nach einer von den Autoren als umfassend erachteten Liste von insgesamt 84 IS-Theorien [28] untersucht.

Es ist interessant zu sehen, dass verhältnismäßig wenige IS-Theorien in den jeweiligen Artikeln Berücksichtigung finden. Es gibt einige Artikel, die diese Theorien ansprechen, jedoch eine konkrete Anwendung findet ausschließlich in 17 der 65 analysierten Artikel statt. Theorien dienen vorrangig zur Strukturierung von Sachverhalten, was in dem hier dargestellten Forschungsgebiet eher spärlich vorzufinden ist und auf ein noch nicht ausgereiftes Forschungsgebiet schließen lässt. Insgesamt kann aufgrund dieses Ergebnisses festgehalten werden, dass der Reifegrad der Forschung in diesem Bereich (noch) nicht sehr hoch ist und die Forschung noch am Anfang steht.

Von insgesamt 84 IS-Theorien konnten jedoch elf (Institutional theory, Resource-based view of the firm, Technology Acceptance Model, Theory of planned behavior, Theory of Reasoned Action, Unified theory of acceptance and use of technology, Technology-organization-environment framework, Process virtualization theory, Diffusion of innovations theory, Contingency Theory sowie Actor network theory) als angewendete Theorien für die betrachtete Stichprobe identifiziert werden. Die beiden vorherrschenden Theorien sind die Institutional Theory (27%) sowie das Technology Acceptance Model (21%). So beschäftigt sich beispielsweise Watson 2008 mit der Institutional Theory, indem er individuelle, organisationale oder auch physische Aspekte in Bezug zum Thema Green IT/IS setzt und diese entsprechend interpretiert [28]. Molla verwendet beispielsweise das Technology Acceptance Model, um ein entsprechendes Modell für die Akzeptanz von Green IT zu entwickeln und anhand von Hypothesen-Tests zu evaluieren [22].

Für die Analyse der verwendeten Forschungsmethoden wurden die von Wilde und Hess 2007 [30] beschriebenen Forschungsmethoden zugrunde gelegt. Diese sind in Tabelle 6 auf der rechten Seite aufgelistet. Die linke Seite zeigt die ausgewerteten Ergebnisse. Die Summe der Zähltreffer deckt sich an dieser Stelle nicht mit der Anzahl der untersuchten Artikel, da mehrfach Doppelnennungen aufgetreten sind.

Die drei Forschungsmethoden mathematisch-formal, semi-formal und rein sprachlich, werden in der Literatur unter den Oberbegriff Formal-/konzeptionell- und argumentativ-deduktive Analyse zusammengefasst [30]. Um eine detailliertere Analyse vornehmen zu können, wurden die drei Bereiche in diesem Beitrag separat betrachtet. Es ist zu erkennen, dass die rein sprachliche Forschungsmethode, d.h. die argumentativ-deduktive Analyse, mit 38 Treffern den größten Anteil der untersuchten Forschungsmethoden ausmacht. Dies lässt darauf schließen, dass im Bereich Green IS vorwiegend noch interpretativ und deskriptiv gearbeitet wird.

Interessant zu erwähnen ist, dass ein Artikel den genannten Forschungsmethoden nicht zuzuordnen ist. Dieser beschäftigt sich mit der sogenannten TRIZ (Russisch: Teoria reschenija isobretatjelskich sadatsch, Theorie des erfinderischen Problemlösens) Methode [14]. Ziel dieser Methode ist es, Innovationen gezielt und systematisch zu entwickeln und sie daraufhin schnell am Markt zu platzieren [14]. Bezogen auf eine Anwendung dieser

Methode im Bereich Green IS kann festgehalten werden, dass sie eine sehr innovative Forschungsmethode darstellt, welche aufgrund der einmaligen Nennung nicht sehr verbreitet ist.

Die geringe Anzahl an mathematisch-formalen Modellen (3,07 Prozent) sowie die vergleichsweise seltene Anwendung von Fallstudienforschung (15,38 Prozent) und Labor-/Feldexperimenten (1,54 Prozent) belegen, dass das Forschungsgebiet Green IT/IS insgesamt noch nicht sehr weit ausgereift ist. Erst wenn in Unternehmen Green IT/IS Technologien und/oder Konzepte bzw. Methoden implementiert werden, können diese durch Fallstudien und Labor-/Feldexperimente auch evaluiert werden. Es kann jedoch ebenfalls durch die jeweilige Anwendung der Forschungsmethoden festgehalten werden, dass das Thema Green IT/IS an Bedeutung gewinnt, da der zweit größte Bereich der Forschungsmethoden die qualitativ /quantitativen Querschnittsanalysen darstellt. Im Rahmen dieser Forschungsmethode werden Erhebungstechniken wie Fragebögen oder Interviews angewendet [30], sodass durchaus das Interesse an Green IT/IS Themen vorhanden ist und weiter ausgebaut wird.

Forschungsmethode	Zähltreffer	Prozent
mathematisch-formale Modelle	2	3,07
semi-formale Modelle	6	9,23
rein sprachlich (argumentativ)	38	58,46
Simulation	0	0
Referenzmodellierung	0	0
Aktionsforschung	0	0
Prototyping	0	0
Ethnographie	0	0
Fallstudie	10	15,38
Grounded Theory	0	0
Qualitative/ Quantitative Querschnittsanalyse	25	38,46
Labor-/ Feldexperiment	1	1,54

Tabelle 6: Forschungsmethoden

4.4 Adressaten / Stakeholder

In diesem Abschnitt wird das Augenmerk auf die Adressaten der jeweiligen Artikel gerichtet, um zu erkennen, in welchem Adressatenkreis sich die Artikel bewegen und inwieweit eine Ausdehnung des Adressatenkreises möglich oder plausibel erscheint. In den einzelnen Artikeln gab es Überschneidungen von Adressatenkreisen, so dass beispielsweise sowohl Unternehmen als auch Anbieter angesprochen wurden. In solchen Fällen wurde der Artikel dem Adressatenkreis Unternehmen und Anbieter zugeordnet, damit eine allgemeine Tendenz festgehalten werden konnte. Insgesamt werden alle Stakeholdergruppen angesprochen, wobei Unternehmen (50,77 %) und Regierung/politische Gruppen (52,31%) deutlich häufiger adressiert wurden als Kunden (6,15%) und Investoren (6,15%). Gemeinden (24,62 %), Arbeitnehmer (10,77 %) und Anbieter/Lieferanten (16,92 %) liegen im Mittelfeld. Ein Ziel für die aktuelle Forschung könnte somit sein, den Bereich der Fallstudien, Labor-/Feldexperimente sowie der Aktionsforschung auszubauen, um gerade die weniger beachteten Adressatenkreise stärker als bisher zu adressieren und hierfür aktuelle praxisnahe Ergebnisse zu erarbeiten.

4.5 Herausforderungen

Schließlich wurden alle 65 Artikel anhand der PEST-Analyse (PEST steht für **P**olitical, **E**conomic, **S**ocial, and **T**echnological) analysiert. Die identifizierten Herausforderungen für den Bereich Green IT/IS wurden in vier unterschiedliche Kategorien (organisatorisch, technologisch, politisch, ökonomisch) untergliedert und können Tabelle 3 aus dem Anhang (vgl. www.uwi.uos.de/GreenIT_IS_Review_MKWI2012.pdf) entnommen werden. Unter ökonomischen Gesichtspunkten ist beispielsweise die Konkurrenzfähigkeit „grüner“ Produkte gegenüber konventionellen Produkten als Herausforderung zu erwähnen [10]. Ebenfalls sollte der Erfolg von Green IT/IS Maßnahmen messbar sein, um die Akzeptanz für eine nachhaltige Unternehmensentwicklung stärker motivieren zu können [4]. Auf politischer Ebene sollten Anreize für Unternehmen nachhaltig zu agieren geschaffen werden [4]. Auch der Nutzerakzeptanz von betrieblichen Umweltinformationssystemen und -technologien kommt eine wichtige Bedeutung zu [31].

5 Zusammenfassung und Implikationen

5.1 Implikationen für Wissenschaft und Praxis


Für die zukünftige Forschung im Bereich Green IS besteht Entwicklungs- und Ausbaubedarf. Die Forschung auf diesem Gebiet steht, nach den hier analysierten Ergebnissen, noch am Anfang. Aktuell gewinnt das Thema Green IS, wie in Bild 2 gesehen, immer mehr an Bedeutung. Die Ausweitung von IS-Theorien sowie bestimmter Forschungsmethoden (siehe Tabelle 6) kann unter Umständen eine vorhandene Forschungslücke schließen. Um die Forschung weiter voranzutreiben und Implikationen für Wissenschaft und Praxis zu gewinnen, erscheint eine Erweiterung von Fallstudien, Experimenten und Labor-/Feldexperimenten interessant. Auch die Einführung von Aktionsforschung sowie verhaltensbasierter Forschung kann wichtige neue Erkenntnisse liefern, welche den Reifegrad der Forschung erhöhen können. Insgesamt ist festzuhalten, dass im Bereich der Akzeptanzforschung verhältnismäßig wenige Beiträge zu finden sind, welche sich zudem hauptsächlich im Bereich Green IT bewegen.

5.2 Forschungsagenda

Wie aus der systematischen Literaturanalyse hervorgeht besteht aktuell im Bereich der Green IS Forschung noch Entwicklungspotenzial, sodass die Aufstellung einer Forschungsagenda (Tabelle 7) hilfreich erscheint, um dem Themengebiet zukünftig eine größere Bedeutung zu verleihen. Ziel ist es, die Forschung im Bereich Green IS, insbesondere im Bereich der Akzeptanzforschung, weiter voranzutreiben, um die identifizierte Forschungslücke zu schließen: Bisher wurden in den identifizierten Beiträgen keine Referenzmodelle sowie Reifegradmodelle für die Akzeptanzforschung (Akzeptanzmessung und Maßnahmen zur Steigerung) im Bereich Green IS entwickelt. Referenzmodelle stellen sowohl eine sinnvolle Unterstützung für eine organisationale Strukturierung als auch für die Softwareentwicklung und -implementierung dar [15] [25]. Aus diesem Grund besteht für die zukünftige Forschung in diesem Bereich Entwicklungsbedarf. Um sich diesem Problemfeld zu nähern sollten zunächst theoretische und praktische Erkenntnisse zusammengetragen und kategorisiert werden sowie offenen Fragen und Probleme definiert werden. Hierzu eignen sich systematische Literaturanalysen, in denen der Stand der

aktuellen Forschung aufgedeckt wird (Schritt 1 der Forschungsagenda). Im nächsten Schritt lassen sich dann, auf Basis der Literaturanalysen, Referenzmodelle und Konzepte entwickeln. Diese sollten im Folgenden, Schritt 3 der Forschungsagenda, auf ihre allgemeine Anwendbarkeit validiert werden. Dies kann beispielsweise durch qualitative und quantitative Querschnittsanalysen, Fallstudien oder Experimentalforschung stattfinden. Nach der Evaluierungsphase geht es in die Verbesserungsphase, in der kontinuierlich Anpassungen der entwickelten Referenzmodelle vorgenommen werden, indem zusätzlich Akzeptanz steigernde Maßnahmen identifiziert und angewendet werden. An dieser Stelle ist die Aktionsforschung und verhaltensbasierte Forschung interessant, um einer besseren Ausrichtung von Menschen, Prozessen und IT im Bereich Green IS gerecht zu werden und diese Betrachtungsobjekte noch stärker in Verbindung zueinander zu setzen.

ZIEL: Entwicklung, Evaluierung und Anwendung von Konzepten, Referenzmodellen, Reifegradmodellen und Theorien im Bereich der Akzeptanz- und Diffusionsforschung von Green IT/IS				
4. Verbesserungsphase	Verhaltensforschung (Ausrichtung von Menschen, Prozessen, IT)	Welche Methoden dienen zur Akzeptanzmessung? Wie kann Akzeptanz von Green IT/IS gesteigert werden?	Aktionsforschung / verhaltensbasierende Forschung	Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz / Reifegradmodelle/ Benchmarking
3. Evaluationsphase	Akzeptanzforschung im Bereich Green IS (Menschen, Prozesse, IT)	Wie weit ist die Entwicklung der Akzeptanz von Green IT/ IS/ Nachhaltigkeitsmodellen?	Qualitative/quantitative Querschnittsanalyse / Experimentalforschung / Fallstudien	Theorieentwicklung
2. Konstruktionsphase	Akzeptanzforschung im Bereich Green IS (Menschen, Prozesse, IT)	Welche Faktoren spielen bei der Akzeptanz von Green IT/IS eine Rolle?	Metaanalyse	Referenzmodelle/ Belief-Action-Outcome Modell
1. Problem / Definitionsphase	Was ist Green IT/IS (Konzeptualisierung)?	Wo sind Forschungslücken? Wie weit ist die Forschung?	Systematische Literaturanalyse	State-of-the-Art / Forschungsagenda (✓)
	Forschungsbereich	Forschungsfragen	Forschungsmethoden	Ergebnisse



Zunehmender Reifegrad der Forschung

Tabelle 7: Forschungsagenda

6 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).

7 Literatur

- [1] Ahlemann, F; Arbi FE; Kaiser, M; Heck, A (2008): Standing on Firm Ground: The role of empirical evidence and theory in Project Management research. EBS Business School Research Paper Series.
- [2] Akbari, H et al. (2010): Theories Used in IS Research Wiki. URL: http://www.fsc.yorku.ca/york/istheory/wiki/index.php/Main_Page (Abgerufen am 14.12.2011).
- [3] Bansal, P; Roth, K (2000): Why Companies go Green: A Model of Ecological Responsiveness. *Academy of Management Journal* 43(4): 717-736.
- [4] Bose, R; Luo X (2011): Integrative framework for assessing firms' potential to undertake Green IT initiatives via virtualization – A theoretical perspective. *Journal of Strategic Information Systems* 20(1), 38-54.
- [5] Butler, T (2011): Compliance with institutional imperatives on environmental sustainability: Building theory on the role of Green IS. *Journal of Strategic Information Systems* 20/2011: 6-26.
- [6] Chen, A; Boudreau, M; Watson, R (2008): Information Systems and ecological sustainability. *Journal of Systems and Information Technology* 10(3): 186-201.
- [7] Chen, A; Watson, R; Boudreau, M (2009): Organizational Adoption of Green IS & IT: An Institutional Perspective. *International Conference on Computer and Information Science*.
- [8] Chen, A; Watson, R; Boudreau, M; Karahanna, E (2010): An Institutional Perspective on the Adoption of Green IS & IT. *Australasian Journal of Information Systems* 17(1): 23-45.
- [9] Chen, C (2001): Design for the Environment: A Quality-Based Model for Green Product Development. *Management Science* 47(2): 250-263.
- [10] Dangelico, R; Pujari, D (2010): Mainstreaming Green Product Innovation: Why and How Companies Integrate Environmental Sustainability. *Journ. of Bus. Ethics* 95: 471-486.
- [11] Dibbern, J, Goles, T, Hirschheim, R, Jayatilaka, B (2004): Information systems outsourcing: a survey and analysis of the literature. *The DATA BASE for Advances in Information Systems* 35(4):6-102.
- [12] Dedrick, J (2010): Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research. *Communications of the Association for Information Systems* 27(1): 173-184.
- [13] 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.
- [14] Gundlach, C; Nähler, H (2006): Innovation mit TRIZ Konzepte, Werkzeuge, Praxisanwendungen. 1. Auflage. Symposium Publishing GmbH, Düsseldorf.
- [15] Keller, G; Teufel, T (1998) SAP R/3 prozeßorientiert anwenden. Iteratives Prozeß-Prototyping zur Bildung von Wertschöpfungsketten. Addison-Wesley, Bonn.

- [16] Lim, S; Saldanha, T; Malladi, S; Melville, NP (2009) Theories Used in Information Systems Research: Identifying Theory Networks in Leading IS Journals. 13th International Conference on Information Systems.
- [17] Loos, P; Nebel, W; Gómez, J; Hasan, H; Watson, R; vom Brocke, J; Seidel, S; Recker, J (2011): Green IT: A Matter of Business and Information Systems Engineering. *Business & Information Systems Engineering* 4/2011: 245-252.
- [18] Marrone, M; Schmidt, NH; Kossahl, J; Kolbe, LM (2011) Creating a Taxonomy of Corporate Social Responsibility, Sustainability, Stakeholders, Environment, Green IS, and Green IT: A Literature Review, Working Paper on Information Systems: 11-17.
- [19] Melville, NP (2010): Information Systems innovation for environmental sustainability. *MIS Quarterly* 34(1): 1-21.
- [20] Molla, A, Pittayachawan, S; Corbitt, B; Deng, H (2009): An international comparison of Green IT Diffusion. *International Journal of e-Business Management* 3(2): 3-23.
- [21] Molla, A (2011): GITAM: a model for the acceptance of green IT. 19th Australasian Conference on Information Systems.
- [22] Molla, A (2011): Green IT Adoption: A motivational perspective. 15th Pacific Asia Conference on Information systems.
- [23] Molla, A (2011): The Green IT Readiness (G-Readiness) of Organizations: An Exploratory Analysis of a Construct and Instrument. *Communications of the Association for Information Systems* 29/1: 67-96.
- [24] Murugesan, S (2008): Harnessing Green IT: Principles and Practices II. *IT Professional* (Jan/Feb.): 24-33.
- [25] Scheer, AW (1998): *Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*, Studienausg., 2., durchges. Aufl. Springer, Berlin.
- [26] Teuteberg, F; Wittstruck, D (2010): A Systematic Review of Sustainable Supply Chain Management Research What is there and what is missing? *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*: 1001-1015.
- [27] Vazquez, R; Rocha, E; Dominguez, S; Morales, D; Ahluwalia, P (2011) Green IS and Green IT: Organizational awareness, readiness and competitiveness. *Proceedings of the 17th Americas Conference on Information Systems*.
- [28] Watson, R; Boudreau, M; Chen A; Huber M (2008): Green IS: Building Sustainable Business Practices. *Information Systems*: 1-17.
- [29] Watson, R; Boudreau, M; Chen A (2010): Information Systems and environmentally sustainable development: Energy Informatics and new directions for the IS Community. *MIS Quarterly* 34(1): 23-38.
- [30] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung. *Wirtschaftsinformatik* 49(4): 280-287.
- [31] Williams, MD; Dwivedi, YK; Lal, B; Schwarz, A (2009) Contemporary trends and issues in IT adoption and diffusion research, *Journal of Information Technology* 24(1): 1–10.