

Koray Erek, Nils-Holger Schmidt,
Thomas Glau

Green IT im IT-Dienstleistungszentrum Berlin

Imprint

Technische Universität Berlin
Research Papers in Information Systems Management
Number 6
December 2011

Koray Ereğ, Nils-Holger Schmidt, Thomas Glau
Green IT im IT-Dienstleistungszentrum Berlin

Berlin 2011

Edited by: Prof. Dr. Rüdiger Zarnekow and Koray Ereğ
Technische Universität Berlin
Straße des 17. Juni 135
10623 Berlin
Germany

Publisher: Universitätsverlag der TU Berlin
Universitätsbibliothek
Fasanenstraße 88
10623 Berlin
Germany
Tel.: +49 (0)30-314-76131
Fax: +49(0)30-314-76133
Mail: publikationen@ub.tu-berlin.de
<http://www.univerlag.tu-berlin.de>

ISBN 978-3-7983-2402-2 (online version)

ISSN 2191-639X

© Chair of Information and Communication Management, Technische Universität Berlin

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction on microfilm or in any other way and storage in data banks. Duplications of this publication or parts thereof is permitted only under the provisions of the German Copyright Law of September 9, 1965, in its current version. Violations are liable to prosecution under the German Copyright Law.

Inhaltsverzeichnis

1	Unternehmen.....	1
	1.1. Herausforderungen im Wettbewerb	2
	1.2. Rolle der Nachhaltigkeit.....	2
2	Green IT im IT-Dienstleistungszentrum Berlin.....	3
	2.1. Ausgangssituation	3
	2.2. Umsetzung	7
	2.2.1. Governance.....	9
	2.2.2. Beschaffung	14
	2.2.3. Produktion	18
	2.2.4. Vertrieb und Kommunikation.....	23
3	Erkenntnisse	26
	Literaturverzeichnis.....	28

1 Unternehmen

Das IT-Dienstleistungszentrum (ITDZ) Berlin ist eine Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR) und der zentrale IT-Dienstleister für die Berliner Verwaltung. Es unterstützt die öffentlichen Institutionen des Landes Berlin mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und stellt hierfür umfassende IT-Dienstleistungen bereit.

IT Dienstleistungszentrum Berlin	
Rechtsform	Anstalt öffentlichen Rechts (AöR)
Historie	1969: Gründung des Landesamtes für Elektronische Datenverarbeitung (LED). 1991: Zusammenschluss des LED mit dem Magistratsrechenzentrum zum Landesamt für Informationstechnik (LIT). 1994: Landesamt erarbeitet Telekommunikationskonzept zur ISDN-Vernetzung des Landes Berlin, 1995: Landesamt nimmt Hochsicherheitsrechenzentrum in Betrieb; Rechenzentren der Berliner Verwaltung werden hier zentralisiert, 1998: Umwandlung in den Landesbetrieb für Informationstechnik (LIT), 2005: Überführung in die Anstalt des öffentlichen Rechts ITDZ Berlin
Firmensitz	Berlin
Branche	IKT-Dienstleistungen für die kommunale öffentliche Verwaltung (Informations- und Kommunikationstechnik (IKT))
Produkte und Dienstleistungen	IKT-Dienstleistungen für die öffentliche Verwaltung
Firmenstruktur	Der Vorstand und der Verwaltungsrat bilden die Organe des ITDZ Berlin. Der Vorsitzende des Verwaltungsrates ist der Vertreter der für Grundsatzangelegenheiten der IT zuständigen Senatsverwaltung. Er wird durch das von der Senatsverwaltung für Finanzen benannte Mitglied vertreten. Der Vorstand ist der gesetzliche Vertreter und führt die Geschäfte.
Umsatz (2009)	101,28 Mio. EUR
Investitionen (2009)	17,6 Mio. EUR (17% vom Umsatz)
Mitarbeiter (2009)	463 (davon 34 Beamte)
Anzahl betreuter Telekommunikationsanlagen	276
Anzahl Rechenzentren	1 (Fläche 1.143 m ²): Betrieb eines Hochsicherheitsrechenzentrums mit 643 Servern (inkl. Großrechner)
Anzahl PC-Arbeitsplätze in der Berliner Verwaltung	70.000
Anzahl gedruckter Papierseiten (2009)	57 Mio.
Gesamtenergieverbrauch (2008)	ca. 7.500 MWh, davon: <ul style="list-style-type: none"> • 21 % Fernwärme = 1.575 MWh • 79 % elektr. Strom = 5.925 MWh (davon 76 % RZ)
CO2-Emissionen durch Stromverbrauch	3.550 t
Homepage	http://www.itdz-berlin.de

Tabelle 1: Kurzportrait des ITDZ Berlin

1.1. Herausforderungen im Wettbewerb

Das ITDZ Berlin finanziert sich aus seiner eigenen Leistungserbringung. Zu den zentralen Kunden zählen die Senatsverwaltungen, die Bezirksamter und die nachgeordneten (öffentlichen) Einrichtungen und Institutionen des Landes Berlin (s. Abbildung 1). Zusätzlich bedient das ITDZ Berlin in geringem Umfang Kunden aus anderen Bundesländern sowie die Behörden des Bundes. Darüber hinaus bestehen Partnerschaften mit der Wirtschaft und Wissenschaft. Unternehmen der freien Wirtschaft werden lediglich in Ausnahmefällen bedient.

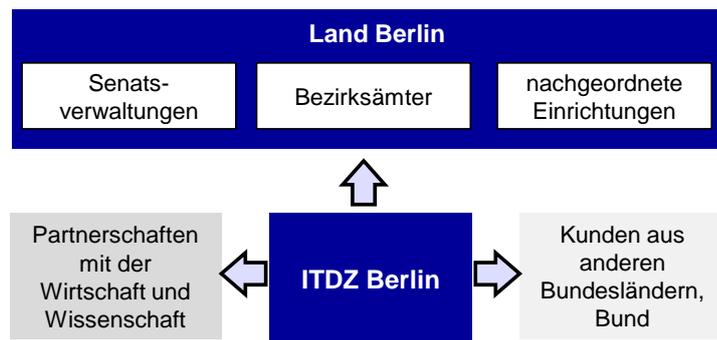


Abbildung 1: Kundenstruktur des ITDZ Berlin

Eine Abgrenzung gegenüber der Privatwirtschaft erfolgt durch das Alleinstellungsmerkmal als Anstalt öffentlichen Rechts, wodurch das ITDZ Berlin laut Gründungsgesetz ohne Ausschreibung von den Einrichtungen des Landes Berlin beauftragt werden kann.

Die Herausforderungen für das ITDZ Berlin resultieren aus den knapper werdenden öffentlichen Finanzierungsmitteln des Landes Berlin sowie den Vorgaben der Politik zur kosteneffizienten Leistungserstellung. Dabei steht das öffentliche Unternehmen in seiner Leistungserbringung sowohl in Konkurrenz zur Privatwirtschaft als auch gegenüber jenen Kunden aus der Verwaltung, die ihre IT-Leistungen noch selbst erbringen.

1.2. Rolle der Nachhaltigkeit

Das Thema Umweltschutz – insbesondere Green IT – nimmt beim ITDZ Berlin eine strategisch wichtige Rolle ein. Diesem Umstand trug auch der Berliner Senat mit seiner erklärten Klimaschutzstrategie Rechnung. So beschloss das Abgeordnetenhaus des Landes Berlin im Jahr 2009, dass zukünftig die Beschaffung von IT-Hardware unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz

und Umweltverträglichkeit (Green IT) zu erfolgen hat, und dieses bereits in den Ausschreibungen zu berücksichtigen ist. Weiterhin soll der Betrieb der Server und IT-Arbeitsplätze ebenfalls ressourcenschonend erfolgen. Zudem ist der Energieverbrauch pro Arbeitsplatz von jeder Behörde offenzulegen [Plenarprotokoll 16/56 vom 10. Dez. 2009, 5421]. Darüber hinaus wurde den Verwaltungen und den Unternehmen des Landes Berlin im Jahr 2009 empfohlen, eine quantifizierte Klimaschutzvereinbarung zu unterzeichnen. Die Landesdienstleister – so auch das ITDZ Berlin – wurden somit aufgefordert, einen Beitrag zur erklärten Klimaschutzstrategie des Landes Berlin zu leisten. Insofern besteht für das ITDZ Berlin auch ein öffentlicher Druck, sich des Themas Umweltschutz und damit Green IT anzunehmen.

2 Green IT im IT-Dienstleistungszentrum Berlin

2.1. Ausgangssituation

Die IT-Organisation. Als Landesdienstleister unterstützt das ITDZ Berlin die öffentliche Verwaltung des Landes Berlin mit IKT-Lösungen. Zu den zentralen Kompetenzen zählen die Sprach- und Datenkommunikation. Neben dem Berliner Landesnetz (Hochgeschwindigkeitsdatennetz) stellt das ITDZ Berlin das Druckzentrum sowie Dienstleistungen für die Beschaffung, Beratung und Projektierung von IT- und Telekommunikationsdiensten zur Verfügung. Den Kern der IT-Infrastruktur stellen ein eigenes Landesnetz sowie ein leistungsstarkes Rechenzentrum (Hochsicherheitsrechenzentrum) dar, welches das ITDZ Berlin selbst betreibt. Der Berliner Verwaltung wird hiermit eine zentralisierte Serverlösung angeboten, die den oft redundanten Betrieb von Servern in den einzelnen Behörden verringert und gleichzeitig den kostenintensiven Ausbau weiterer Serverkapazitäten sowie deren Pflege und Wartung in den einzelnen Behörden vermeidet. Das Produkt- und Leistungsportfolio ist speziell auf die Anforderungen einer öffentlichen Verwaltung zugeschnitten und umfasst Lösungen aus folgenden Bereichen [ITDZ Berlin 2011]:

- eGovernment-Suite: Dokumentenmanagement- / Vorgangsbearbeitungssystem, Outputmanagement, Massendigitalisierung, Formularmanagementsystem, eAkte, eArchivierung, Virtuelle Poststelle, eBPF, digitale Signatur etc.

- Application Service Providing (ASP).
- IT-Selling: ITDZ Berlin Online-Shop (Hard- und Softwarebestellung), elektronisches Bestellsystem für IT-Hardware.
- IT-Secure und Portaldienste: Zentrale eMail-Sicherheit, Systemanalyse, Authentifizierungs- und Verschlüsselungssysteme, Firewall-Dienste, mobiler Inter- und Intranetzugang, eTeamwork etc.
- Basis- und Auskunftsdienste: Bereitstellung von grundlegendem IKT-Equipment (u. a. TK-Anlagen, Intranet-/Internetzugang), Berlin DSL, Netzdienstleistungen, Berlin – Service Center (Pilotregion zur bundesweiten Behördennummer 115) Mobile Dienste.
- IT-Infrastrukturservice: PC-Arbeitsplatz (mobil und stationär) mit einheitlichen Systemversionen, Open Source-Lösung, nach Green IT-Richtlinien, Thin Clients.
- Zentrale IT- und Druckdienste: Private Cloud für regionale Verwaltung, Datenhandling, Druck, Weiterverarbeitung und Versand, Datensicherung, SAN und professionelle Druckdienste.
- IT-Consulting: Planung, Projektmanagement und Fachberatung.

Dienstleistungen, wie die Arbeitsplatz-Ausstattung und die Beschaffung von IT-Komponenten (Hard- und Software) aus Rahmenverträgen komplettieren das Angebot.

Der Vorstand und der Verwaltungsrat bilden gemeinsam die Organe des ITDZ Berlins. Der Verwaltungsrat übt eine Kontroll- sowie Lenkungsfunction aus und besteht aus fünf Mitgliedern. Davon bestellt der Berliner Senat einen Vertreter der für die Grundsatzangelegenheiten der IT zuständigen Senatsverwaltung, einen Vertreter der Senatsverwaltung für Finanzen sowie einen Vertreter der für Wirtschaft zuständigen Senatsverwaltung. Der Rat der Bürgermeister bestimmt die weiteren zwei Mitglieder. Der Vorsitzende des Verwaltungsrates ist der Vertreter der für Grundsatzangelegenheiten der IT zuständigen Senatsverwaltung. Er wird durch das von der Senatsverwaltung für Finanzen benannte Mitglied vertreten [ITDZ Berlin 2010a]. Der Vorstand ist der gesetzliche Vertreter und führt die Geschäfte. Er wird für fünf Jahre bestellt. Abbildung 2 zeigt die Organisationsstruktur des ITDZ Berlin.

Die strategische Ausrichtung des Unternehmens orientiert sich am Projekt „ServiceStadt Berlin“, einer Initiative des Berliner Senats zur umfassenden Verwaltungsmodernisierung. Oberste Priorität stellt laut Aussage des ITDZ Berlins die Funktionalität dar. Ein störungsfreier (reibungloser) Betrieb und höchste Datensicherheit bei gleichzeitiger Kosteneffizienz zählen zu den Eckpfeilern ihres unternehmerischen Wirtschaftens.

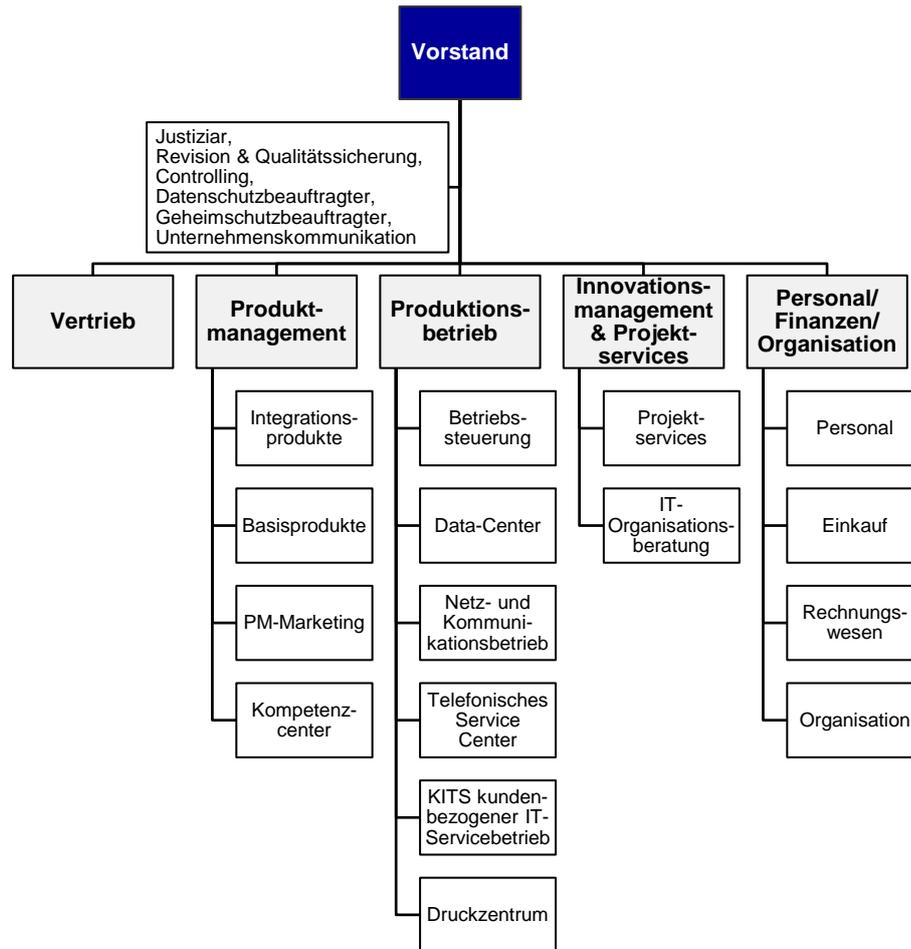


Abbildung 2: Schematische Aufbauorganisation des ITDZ Berlin

Handlungsdruck. Das ITDZ Berlin hat bereits frühzeitig – noch vor Bekanntgabe der öffentlichen Vorgaben – begonnen, das Thema Green IT im Unternehmen umzusetzen. Neben der gesellschaftlichen Verpflichtung waren es nicht zuletzt auch die betriebswirtschaftlichen Motive (Kosteneinsparung), die zur Ökologieorientierung im Unternehmen geführt haben: Der Gesamt-Energieverbrauch (Strom- und Wärmeenergie) des ITDZ Berlin betrug im Jahr 2008 rund 7.690 Megawattstunden (MWh), wobei der Stromanteil 79 % betrug [KSV 2009]. Davon entfielen wiederum 76 % auf das Rechenzentrum (Betrieb und Kühlung der Server). Internen Prognosen zufolge wird die Zahl der Server, die das ITDZ Berlin im Rechenzentrum betreibt, von 531 Servern im Jahr 2008 auf ca. 1.430 Server im Jahr 2015 ansteigen, so dass bereits frühzeitig damit begonnen wurde, durch Effizienzmaßnahmen den Stromverbrauch und damit auch die Kosten zu senken.

Das ITDZ Berlin ist sich weiterhin bewusst, dass sich das Unternehmen der Green IT Thematik annehmen muss, um im Markt wettbewerbsorientiert und kompetent agieren zu können. Immer mehr Kunden werden auf das Thema aufmerksam und fordern entsprechendes Handeln. Der Auf- und Ausbau von Kompetenzen sowie das nachhaltige Engagement in diesem Themenbereich scheinen daher zwingend erforderlich zu sein. Nichtsdestotrotz ist beim ITDZ Berlin ebenfalls eine intrinsische Motivation zur Durchführung von Green IT Maßnahmen erkennbar, die auf den Grundgedanken der nachhaltigen Entwicklung - dem Prinzip der Generationengerechtigkeit - zurückzuführen ist. Nicht nur Kostenfaktoren und jähres Interesse an Strom sparenden Lösungen, sondern auch Effekte wie Imagebildung und nachhaltiges Engagement innerhalb und außerhalb des Unternehmens sollen hierbei Bewusstsein schaffen.

Trotz der bereits proaktiven Herangehensweise des ITDZ Berlins entsteht ein zunehmender öffentlicher Druck zur Intensivierung der Green IT Initiativen (vgl. Abbildung 3).

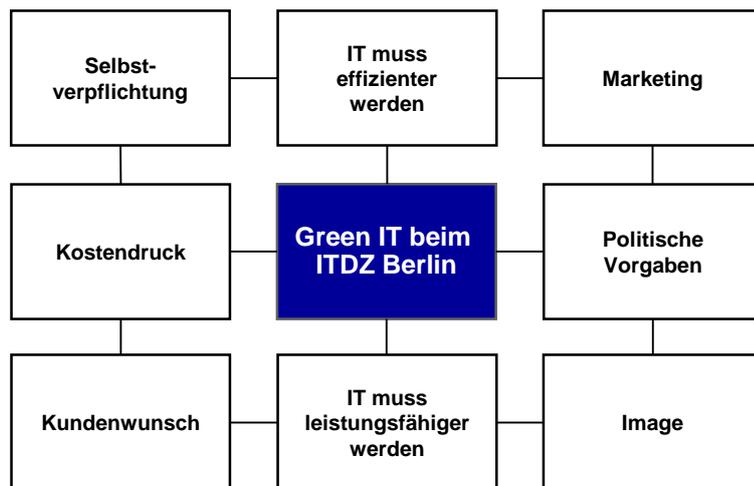


Abbildung 3: Handlungsmotive des ITDZ Berlins

Anders als in privatwirtschaftlichen Unternehmen bestimmt das Land Berlin als Eigentümer des ITDZ Berlins mitunter die Richtung und in welcher Form man sich dem Sujet nähert. Die Forderung zur nachhaltigen Senkung des Energieverbrauchs der öffentlichen Hand im IT-Bereich resultiert u. a. aus der Umwelt- und Energiepolitik des Senats von Berlin. Ein wesentlicher Schwerpunkt stellt hierbei die Klimaschutzstrategie des Landes dar. Mit der im Juli 2008 beschlossenen Klimaschutzstrategie strebt der Berlin Senat eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um mehr als 40% bis zum Jahr 2020 an.

Gerade öffentliche Institutionen – somit auch IT-Dienstleister der öffentlichen Hand – rücken daher im Zusammenhang mit Themen wie dem reduzierten Energieverbrauch und verminderten CO₂-Ausstoß der IT-Infrastruktur in den Fokus. Das ITDZ Berlin steht daher nicht nur in der aktuellen Debatte um Green IT somit vor einer besonderen Herausforderung: Sie muss mit den Steuergeldern und den von ihnen verwalteten IT-Infrastrukturen haushalten und neben den Umweltressourcen gleichzeitig auch die öffentlichen Mittel schonen [ITDZ Berlin 2009a, 12].

Das ITDZ Berlin trägt durch den Abschluss einer Klimaschutzvereinbarung (KSV) dazu bei, die ehrgeizigen Klimaschutzziele des Landes Berlin zu verwirklichen. Es wird dabei vom Land Berlin bei der Zielerreichung unterstützt. Ein zentraler Punkt der KSV ist die Verpflichtung des ITDZ Berlins zur jährlichen Stromeinsparung in Höhe von 2.070 MWh im Zeitraum von 2010 bis 2015. Dies entspricht 27% des Energieverbrauchs gegenüber dem Referenzjahr 2008. Im Referenzjahr 2008 betragen die CO₂-Emissionen für den Stromverbrauch des ITDZ Berlin 3.550 Tonnen (entsprechend 584g CO₂ / kWh Strom, Energiebilanz Land Berlin 2006). Bezogen auf den Betrachtungszeitraum 2010 bis 2015 ergibt sich dadurch eine Gesamteinsparung von 12.420 MWh. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Entkoppelung des Stromverbrauchs vom wirtschaftlichen Wachstum. Demzufolge soll der Energieverbrauch reduziert werden, während die Leistungsfähigkeit der IT weiterhin steigen soll.

Zur Realisierung dieses Gesamtziels werden in den nachfolgenden Abschnitten die Green IT Ansätze des ITDZ Berlins vorgestellt.

2.2. Umsetzung

Das ITDZ Berlin hat bereits frühzeitig das Thema Green IT auf die eigene Agenda gesetzt und richtet das Unternehmen konsequent an dieser Strategie aus. Energiesparende Maßnahmen, wie z. B. die Virtualisierung von Servern, erfolgten bereits lange (im Jahr 2006) bevor "Green IT" in den Unternehmen zum Thema wurde. Diese Handlungsweise bezeugt, dass der IT-Energieverbrauch bereits seit längerem in die Geschäftsentscheidungen einbezogen wurde [ITDZ Berlin 2009b, 17]. Das Klimaschutz-Engagement wurde jedoch vor dem Hintergrund der im vorigen Abschnitt aufgezeigten Herausforderungen – insbesondere auf der Grundlage der Klimaschutzvereinbarung – weiter verstärkt. Oberstes Ziel einer ökologischen

Unternehmensführung muss laut ITDZ Berlin in der konsequenten Einsparung natürlicher Ressourcen liegen. Dementsprechend setzt das Unternehmen weiterhin auf die Reduzierung des Energieverbrauchs.

Gemeinsam mit Partnern aus Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft wurde ein Projekt zur CO₂-Reduzierung aufgesetzt [ITDZ Berlin 2009b]. Ziele des Projektes waren u. a. die Senkung des Energieverbrauchs und damit die Reduzierung der CO₂-Bilanz für das ITDZ Berlin und die Verwaltung, der Einsatz von Ökostrom bzw. regenerativen Energiequellen sowie nachhaltigen Konzepten und Systemen, der bewusste Umgang der Mitarbeiter mit Verbrauchsmaterialien, die Verwendung von ökologischen Bauprodukten und die Installation energieeffizienter technischer Konzepte.

Für die unternehmensinterne Umsetzung von Green IT wurde eine bereichsübergreifende „Arbeitsgruppe (AG) Green IT“ gegründet mit dem Ziel, sämtliche Green IT Ansätze im Unternehmen zu bündeln. Die AG analysiert und erarbeitet hierbei Vorschläge, Maßnahmen und Handlungsempfehlungen, die u. a. zur Steigerung der Energieeffizienz und des Umweltbewusstseins führen sollen. Sie besteht aus insgesamt acht Mitgliedern mit einem verantwortlichen Leiter, wobei jedes AG-Mitglied einen Bereich der Organisation repräsentiert, der zur Optimierung von Umweltfreundlichkeit und Energieeffizienz im Unternehmen maßgeblich beitragen kann. Die Mitglieder setzen sich zusammen aus je einem(r) Vertreter(in) aus den Bereichen Einkauf, Rechenzentrum, Bürumgebung, Facility Management, Produktmanagement, Organisation und Sicherheit. Diese Konstellation soll einen ganzheitlichen, umfassenden und bereichsübergreifenden Ansatz sicherstellen, dass verschiedene Bereiche des Unternehmens in die Untersuchung einschließt. Zudem können Interdependenzen zwischen den verschiedenen Fachbereichen berücksichtigt werden. Eine regelmäßige Tagung ist nur halbjährlich vorgesehen.

Die AG Green IT ist als langfristiges Projekt angelegt und verfügt darüber hinaus über kein eigenes Budget. Sie nimmt lediglich eine Kompetenz- und Beratungsfunktion ein. Aufgabe der AG ist es, neue Angebote und Möglichkeiten hinsichtlich Green IT zu prüfen, die im Unternehmen durchgeführt werden könnten. Thomas Glau, bis Herbst 2010 Leiter der Arbeitsgruppe Green IT führt hierzu aus: „Das Bewusstsein, dass auch IT seinen Anteil an der CO₂-Verschmutzung hat, ist mittlerweile gewachsen und die Angebote richten sich danach aus. Der Markt wird jetzt immer wieder neue

Lösungen und Konzepte bringen. Deswegen ist auch die AG als solche langfristig angelegt. Sie soll die neuen Angebote und Möglichkeiten prüfen und in die einzelnen Unternehmensbereiche integrieren.“ [ITDZ Berlin 2009b, 17]

Den Green IT Bemühungen des ITDZ Berlins wird hierbei folgende Definition zugrundegelegt: „Green IT beschreibt die Aktivitäten um die Nutzung von IT über deren Lebenszyklus (von der Produktion über die Verwendung bis zur Entsorgung) hinweg umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten“ [ITDZ Berlin 2009b, 4]. Es wird betont, dass das Green IT Konzept beim ITDZ Berlin über den Energieverbrauch der IT-Infrastruktur und das Angebot energieeffizienter Arbeitsplätze hinausgeht. Berücksichtigt werden auch Aspekte wie Reststoffverwertung, Mülltrennung und die Wärmedämmung im Gebäude. Dabei werden die alltäglichen Verhaltensweisen und Arbeitsmethoden im ITDZ Berlin hinsichtlich ihres CO₂-Ausstoßes geprüft und ggf. Korrekturvorschläge erarbeitet. Aus diesem Grund sind in die AG Green IT verschiedene Fachbereiche eingebunden.

Dennoch wird der Hauptfokus hier auf die Energieeffizienz in Betrieb und Produktion von IT-Systemen über den gesamten Lebenszyklus hinweg gesehen. Soziale Aspekte, wie z. B. das Unterbinden von Zwangsarbeit entlang der Wertschöpfungskette, werden hier nicht unter dem „Green IT“ Verständnis subsumiert. Allerdings sind diese Aspekte in den IT-Nachhaltigkeitsbemühungen der Organisation wiederzufinden (vgl. hierzu die Ausführungen im Beschaffungsbereich).

In den folgenden Abschnitten werden das Green IT Umsetzungsverfahren, die wesentlichen Handlungsfelder sowie konkrete Beispiele und Maßnahmen vorgestellt.

2.2.1. Governance

Die strategische Ausrichtung als ökologisch orientiertes Unternehmen und innovativer Dienstleister zeigte sich bereits bei der frühzeitig positiven Grundhaltung des ITDZ Berlins gegenüber dem Thema Green IT. Die Interviewpartner betonten, dass Green IT eine hohe „Management Attention“ besitzt und damit zur „Chefsache“ erklärt wurde. Zudem ist das ITDZ Berlin Solidarmitglied der internationalen Initiative „Climate Savers Computing“ und beteiligt sich seit 2010 am Arbeitskreis der Energiebeauftragten der öffentlichen Betriebe.

Die AG-Mitglieder standen zunächst vor der Fragestellung, wie das Thema Green IT effizient angegangen werden kann, und welche Bereiche in die Untersuchung einbezogen werden sollten. Zudem wurde der Mehrwert bzw. der Nutzen einer Green IT Ausrichtung für das ITDZ Berlin in den Mittelpunkt aller Bemühungen gestellt. Infolgedessen wurden Leitsätze erarbeitet, die die strategische Ausrichtung der Organisation in Bezug auf Green IT festlegen sollen: Demnach sollen in erster Linie die eigene Geschäftssituation durch Nutzung des Green IT Potentials verbessert und die Wahrnehmung der Green IT Aktivitäten bei Kunden und der Öffentlichkeit gesteigert werden.

Auf Basis dieser Leitsätze wurden im nächsten Schritt Ziele für die operative Umsetzung im Unternehmen definiert, die eng mit der getroffenen KSV zusammenhängen. Folgende Green IT Ziele wurden in diesem Zusammenhang für das ITDZ Berlin festgehalten:

- Reduktion des Energieverbrauchs und Reduktion von Reststoffen und Abfall
- Verbesserung des Klimaschutzes durch Reduktion von schädlichem Kohlendioxyd-Ausstoß
- Überdenken und erforderlichenfalls Korrigieren von Verhaltensweisen, Arbeitsmethoden und Produktionstechnik
- Überprüfen der ITDZ Berlin -Handlungsfelder auf Potentiale und operative / strategische Umsetzungsvarianten
- Erstellung eines ITDZ Berlin -spezifischen Green IT-Konzeptes
- Vermarktung der ITDZ Berlin -Aktivitäten

Auf die Strategie- und Zieldefinition erfolgte die Identifikation von Handlungsfeldern und Maßnahmen, welche insbesondere über externe Berichte und Studien erfasst und für das ITDZ Berlin transferiert wurden.

Bereits frühzeitig hat man begonnen, alle bis dato ergriffenen Maßnahmen zu sammeln und zu katalogisieren, die eine Steigerung der Energieeffizienz zum Ziel hatten und somit mit dem Thema Green IT verknüpft werden konnten. Auf Basis einer ersten Evaluierung wurde ein Maßnahmenkatalog zur Verbesserung der CO₂-Bilanz des ITDZ Berlins erarbeitet. Im Rahmen dessen konnten acht zentrale Handlungsfelder identifiziert werden, die gleichzeitig den Umsetzungsrahmen für die Green IT Aktivitäten bildeten. Ziel war es, die Handlungsfelder auf mögliche (Green IT-)Potentiale für das Unternehmen hin zu überprüfen und die operativen sowie strategischen Umsetzungsvarianten zu bestimmen, um daraus gezielt Maßnahmen ableiten zu können. Diese Vorgehensweise ermöglichte es dem ITDZ Berlin, einen initialen Zustand zu

ermitteln, der als Grundlage für die weiteren Analysen und Untersuchungen genutzt werden konnte. Die nachfolgende tabellarische Übersicht zeigt die Handlungsfelder und die in diesem Zusammenhang dokumentierten Potentiale bzw. Maßnahmen für das ITDZ Berlin.

Nr.	Handlungsfeld	Potentiale/Maßnahmen
1	Rechenzentrum	1. RZ Server 1.1 Virtualisierung 1.2 Konsolidierung 1.3 Standardisierung 1.4 Nutzung von Optionen zur Energieeinsparung 1.5 Beschaffung energieeffizienter Hardware
2	Rechenzentrum	2. RZ Storage 2.1 Virtualisierung 2.2 Beschaffung (Bandsysteme werden ersetzt. In der Ausschreibung werden die Verbrauchswerte berücksichtigt) 2.3 Konsolidierung
3	Netz	3.1 Optimierung der Dimensionierung 3.2 Optimierung der Netzwerkschränke 3.3 Raum- und Schrankklimatisierung 3.4 Optimierung des Einsatzes von USV 3.5 Virtualisierung von Funktionen in einer HW-Komponente
4	Endgeräte	4.1 Umweltschutz fördernde Kriterien bei Ausschreibung fordern 4.2 Prozessorauswahl und 2,5 Zoll Festplatte (leise, klein, stromsparend) 4.3 Einsatz von Thin Clients 4.4 Energiereduzierung durch lastabhängige Steuerung der Terminalserver
5	Druck	5.1 Einsatz von Recyclingpapier 5.2 Prüfung 2-Seiten-Druck
6	Facility Management	6.1 Heizkostensenkung 6.1.1 Energiesparende Geräte 6.1.2 Mitarbeitermotivation 6.2 Klimatisierung 6.2.1 Nutzung natürlicher Klimatisierung für alle Gebäude durch Tag-/Nachtlüftung 6.2.2 Erneuerung der überalterten Klimaanlage im Bereich Druck- und Nachverarbeitung gegen moderne, energiesparende Anlagen 6.3 Energieeffizienz durch Überprüfung alternativer Klimatisierung und Umstellung der Stromversorgung
7	Beschaffung	7.1 Grundsätzlich Betrachtung der Lebenszykluskosten 7.2 Markterkundungen vor Beschaffung 7.3 Formulierung umweltorientierter Titel (Vermittlung der Politik, Transparenz) 7.4 Zwingende Berücksichtigung von Umweltaspekten in der Beschaffung 7.5 Ressourcensparende Beschaffungsprozesse
8	Kommunikation, Verwaltung und Organisation	8.1 Berücksichtigung der Bedeutung des Themas Green IT bei Ausschreibungen 8.2 Kommunikation in Richtung Kunden über bereits eingesetzte Green IT 8.3 Werbung für Green IT zu Gunsten unserer Umwelt, auch wenn Kosten steigen? 8.4 Themenportal für gemessene, handfeste Ergebnisse einrichten 8.5 Ggf. Beratungsforum etablieren

Tabelle 2: Green IT Handlungsfelder und Maßnahmen für das ITDZ Berlin

Zusätzlich zu den genannten Handlungsfeldern wurde festgelegt, dass es einen Verantwortlichen für die konsequente, konzeptionelle Umsetzung geben muss (Maßnahme 9.1). Weiterhin wurde eine quantifizierte operative / strategische Zielsetzung als erforderlich erkannt (Maßnahme 9.2) und die Entwicklung von Green IT-Umwelt-Leitlinien auf Basis der ISO-Normen (ISO-14001) angestrebt.

Diese übergreifenden Maßnahmen sind keinem Handlungsfeld zugeordnet. Darüber hinaus hat sich das ITDZ Berlin zum Ziel gesetzt, über den Rahmenvertrag des Landes Berlin ab 2010 Ökostrom zu beziehen, der mit einem Emissionsfaktor Null bilanziert wird, so dass der Stromverbrauch des ITDZ Berlins theoretisch keine CO₂-Emissionen verursacht. Um die im Rahmen der KSV festgesetzte Gesamtenergieeinsparung in Höhe von 12.420 MWh zu erreichen, wurden zudem die Energieeinsparpotentiale quantifiziert [KSV 2009]: Folglich sollen durch energieeffiziente Maßnahmen und Techniken im Rechenzentrum jährliche Einsparungen von ca. 1.400 MWh Strom generiert, durch Umsetzung eines energieeffizienten Konzeptes für das Druckzentrum 100 MWh/Jahr erzielt, durch Beschaffung energieeffizienter IT-Geräte 10 MWh/Jahr und durch Wärmedämmmaßnahmen an den bestehenden Gebäuden und den Umbau des Hofgebäudes unter energieeffizienten Gesichtspunkten eine Einsparung bis zu 560 MWh pro Jahr erreicht werden.

Auf Basis der definierten Handlungsfelder sowie der Dokumentation und Zuordnung von Maßnahmen wurde im nächsten Schritt die strategische Umsetzungszuordnung der ITDZ Berlin Green IT Potentiale vorgenommen. Dabei wurde jede Maßnahme in einer zweidimensionalen Übersicht hinsichtlich ihres Beitrags zur strategischen Green IT Ausrichtung des ITDZ Berlins sowie der Ressourcenintensität der umzusetzenden Maßnahme bewertet. Das Ergebnis veranschaulicht Abbildung 4.

Diese Vorgehensweise erlaubte es den Mitgliedern der AG die Maßnahmen zu bestimmen, die mit nur geringem Aufwand kurzfristig positive Ergebnisse/Effekte auslösen (sog. „quick wins“), und daher unverzüglich im Unternehmen und am Markt zu realisieren sind. Wie aus der Abbildung ersichtlich, sind die in der Ellipse mit durchgezogenem Rahmen erfassten Maßnahmen mit einer niedrigen Ressourcenintensität verbunden. Diese Maßnahmen lösen demnach schnelle und positive Ergebnisse aus. Zu diesen Maßnahmen zählen die Virtualisierung von Servern und weiterer Komponenten im Rechenzentrum, die Optimierung des Einsatzes von unterbrechungsfreier Stromversorgungen (USV; Maßnahme 3.4) sowie die Forderung umweltschutzfördernder Kriterien bei der Ausschreibung (Maßnahme 4.1). Demgegenüber verbessern Maßnahmen innerhalb der gestrichelten Ellipse die Effizienz vorhandener Vermögenswerte, wohingegen die Maßnahmen im grau hinterlegten Bereich die Architektur und Infrastruktur optimieren. Diese als mittel- und langfristig angelegten Maßnahmen sollen im Rahmen eines für das

ITDZ Berlin geltenden Green IT Konzepts ausgeschöpft werden. Nach Angaben des ITDZ Berlins werden die Konsolidierung aller geeigneten Server im Rechenzentrum sowie der weitgehende Ersatz von Arbeitsplatz-PC durch Thin Clients etwas mehr Zeit in Anspruch nehmen [ITDZ Berlin 2009b, 17]. Jede Maßnahme wird zudem einer Wirtschaftlichkeitsprüfung unterzogen.

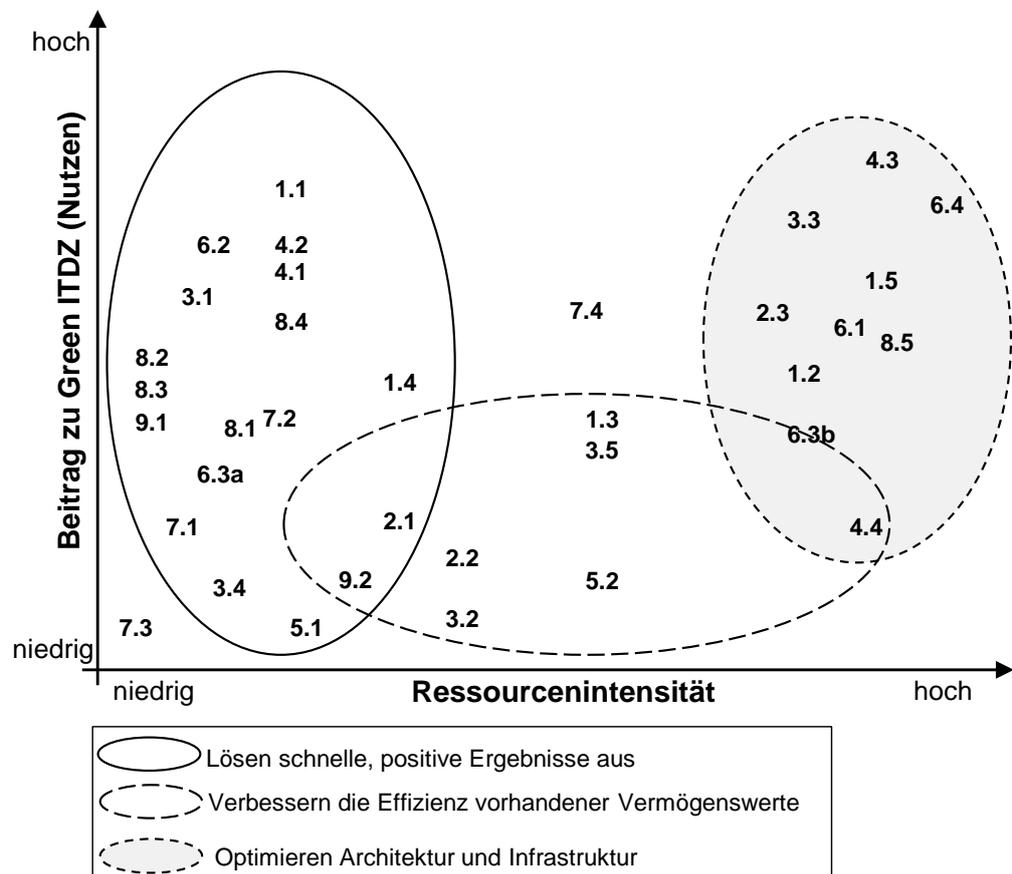


Abbildung 4: Umsetzungszuordnung der identifizierten Green IT Potentiale [ITDZ Berlin 2008]

Für die Sicherstellung der Zielerreichung wurde im Jahr 2009 ein Energiecontrolling eingeführt, welches die ITDZ Berlin (im Rahmen der KLV) zu einem regelmäßigen Report ihrer Energieverbräuche befähigt. Verbräuche werden dabei mit spe-zialen Energiemanagementfunktionen (inkl. separaten Strom- und Kältezählern) zentral ausgewertet und dokumentiert. Nach Aussage der Interviewpartner wird dazu auch der PUE herangezogen. Als langfristiges Projekt angelegt wird in Kooperation mit der Berliner Energieagentur die Erstellung einer CO₂-Bilanz für das ITDZ Berlin vorangetrieben. Veränderungen im Leistungsumfang, die Auswirkungen auf den Energieverbrauch haben, werden dabei berücksichtigt. Die Erfolge des ITDZ Berlin für den Klimaschutz werden gegenüber der Öffentlichkeit kommuniziert.

Ein unternehmensweites Performance Measurement System (PMS) existiert bislang nicht. Es werden nur lokale Ansätze, wie bereichsbezogene Scorecards, eingesetzt. Begründet wird das Fehlen eines solchen Systems durch das Fehlen aussagekräftiger Kenngrößen zum effektiven Vergleich von IT-Leistungen (z. B. IT-Hardware), auch über Unternehmensgrenzen hinweg. Weiterhin wird eine Kennzeichnung gefordert, welche die Geräte und Systeme mit entsprechenden „Labels“ zu bestimmten Kategorien einheitlich zuordnet. Geplant ist die Ableitung passender Kennzahlen über die identifizierten Maßnahmen. Die Implementierung eines unternehmensweiten Reportings wird noch geprüft. Die Berücksichtigung von Green IT Kenngrößen wird dabei von den Interviewpartnern als wichtig erachtet.

Diese übergeordneten Ansätze sollen nun für die Bereiche Beschaffung, Produktion sowie den Vertrieb und Kommunikation vertieft werden.

2.2.2. Beschaffung

Das ITDZ Berlin ist der IT-Beschaffungsdienstleister für das Land Berlin. Es werden nicht nur Bestellungen für den Eigenebedarf getätigt, sondern v. a. auch für die Kunden. Jährlich werden ca. 5.300 Beschaffungen durch das ITDZ Berlin durchgeführt (Stand 2008), wovon 55% aus Rahmenverträgen stammen, die alle zwei bis vier Jahre aktualisiert werden. Das Einkaufsvolumen betrug im Jahr 2008 ca. 84 Mio. € und verteilte sich auf folgende Leistungen: Hardware (40%), Software (15%), Non-IT (15%) und Dienstleistungen (30%). Die Anzahl der Vertragspartner beläuft sich auf ca. 550. Den Kunden mit Ihren insgesamt ca. 50.000 Büroarbeitsplätzen in den Berliner Verwaltungen werden Bürogeräte über einen Online-Shop zur Verfügung gestellt. Zum Leistungsangebot zählen APCs, Monitore, Notebooks, Drucker und kleine Multifunktionsgeräte. Die Beschaffung der Toner erfolgt ebenfalls über das ITDZ Berlin, wenn der Drucker beim ITDZ Berlin gekauft wurde. Hierbei werden immer neue Patronen beschafft, ein „Refill“ der Patronen wird nicht durchgeführt. Die Rücknahme der Patronen erfolgt durch das ITDZ Berlin. Seit April 2010 werden auch große Etagenkopierer, die bislang über das Landesverwaltungsamt beschafft wurden, den Kunden angeboten. Server werden ebenfalls verkauft, jedoch wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es am effizientesten ist, den Serverbetrieb im Rechenzentrum des ITDZ Berlins zu nutzen.

Die Detailprozesse des zentralen Einkaufs sowie hausübergreifende Arbeitsanweisungen sind in einer „Handakte Einkauf“ festgelegt. Über Inhalte

und Neuerungen werden die Mitarbeiter im Beschaffungswesen regelmäßig informiert. Vorgaben für Umwelt- und Nachhaltigkeitskriterien erstellt die AG Green IT. Der Bereich Einkauf integriert diese Vorgaben in seine Ausschreibungsunterlagen.

Die AG Green IT hat erkannt, dass eine Ausrichtung der Beschaffungsrichtlinien an Green IT durchaus wirkungsvoll sein kann, und in diesem Zusammenhang den Einkaufsprozess im Rahmen des Green IT Konzepts für das ITDZ Berlin auf mögliche CO₂-Einsparpotentiale und umweltschutzfördernde Kriterien hin überprüft. Folgende Green IT Potentiale wurden für die Beschaffung identifiziert (vgl. Tabelle 2):

- Grundsätzlich Betrachtung der Lebenszykluskosten
- Markterkundungen vor der Beschaffung
- Formulierung umweltorientierter Titel
- Zwingende Berücksichtigung von Umweltaspekten, wie z. B. Rohstoffnutzung, Produktionsmethoden, Energieeffizienz, Emissionen, Abfall, Recyclingfähigkeit und Chemikalien, als Zuschlagskriterium oder Vertragsklausel
- Ressourcensparende Beschaffungsprozesse

Das ITDZ Berlin orientiert sich bei der Beschaffung von IT-Komponenten an Umweltstandards, wie z. B. dem „Blauen Engel“ und dem „Energy Star“. Die bereits entwickelten Leitlinien für die Ausschreibung energieeffizienter, umweltverträglicher und dennoch leistungsgerechter IT-Infrastrukturen, wie z. B. für den aktuell ausgeschriebenen "Green-PC", gehören zu den ersten Erfolgen der AG [ITDZ 2009b, 17]. Darüber hinaus existieren im Land Berlin „Ausführungsvorschriften für eine umweltfreundliche Beschaffung und Auftragsvergabe“, die seit 2005 in Kraft sind und aktuell überarbeitet werden. Darin werden Beschaffungskriterien definiert, die die Bevorzugung von Produkten vorschreibt, welche die „Umwelt bei Herstellung, Gebrauch als auch der Entsorgung so wenig wie möglich belasten“. Zertifizierungen (z. B. ISO 14001) dürfen allerdings nicht explizit gefordert werden, damit auch gleich leistungsfähige Anbieter ohne Zertifikat ausgewählt werden können. Die Berücksichtigung von Green IT Kriterien im Einkaufsprozess ist in Abbildung 5 dargestellt.

Im April 2009 wurden Rahmenverträge ausgeschrieben, welche für das Land Berlin Energieeinsparungen von ca. 630 MWh – in erster Linie durch den Einkauf umweltfreundlicher PCs, Monitore und Druckern – pro Jahr

ermöglichen. Für die Beschaffung von Hardware erstellt das ITDZ Berlin Anforderungskataloge, die eine detaillierte Darstellung der notwendigen Kriterien für das betreffende Ausschreibungsverfahren enthalten. Insbesondere werden darin Zusicherungen des Lieferanten bzgl. des Nachweises der Umweltfreundlichkeit als auch der Möglichkeit von Nachbestellung, Aufrüstung und Recycling gefordert. Garantieansprüche werden über den geplanten Lebenszyklus der Geräte, beim APC z. B. fünf Jahre, festgelegt. Eine fachgerechte Entsorgung defekter Geräte auf der Grundlage des „Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz“ wird verlangt, wobei diese Forderung durch das ITDZ Berlin direkt an die Lieferanten weitergegeben wird. Es werden ausschließlich neue Geräte beschafft, ausgesonderte noch funktionsfähige Geräte werden an Berliner Schulen oder gemeinnützige Einrichtungen abgegeben. Die Hardwarerahmenverträge beinhalten grundsätzlich die Pflicht zur Rücknahme der Altgeräte durch den Lieferanten. Gemäß der Arbeitsanweisung „Entsorgung“ des ITDZ Berlins ist aber der Weiterverwendung von ausgesonderten Geräten der Vorzug zu gewähren. Für erforderliche Verschrottungen von Altgeräten wurde ein Vertrag mit einem lokalen Anbieter mit sozial-ökologischem Entsorgungskonzept vergeben.

Zur Umsetzung der Leitsätze einer sozial-ökologischen Beschaffung hat das ITDZ Berlin konkrete Strategien formuliert. Zum einen wurde erkannt, dass eine systematische und langfristige Marktbeobachtung den Grundstein erfolgreicher Ausschreibungen legt. Demzufolge sind aktuelle technische Entwicklungen und Trends sowie nationale und internationale Zertifikate und deren Verbreitung im Rahmen des Einkaufsprozesses zu beobachten.

Weiterhin ist ein gezielter Dialog mit den Herstellern und dem regionalen Mittelstand sowie anderen Vergabestellen zu führen. Anforderungen der Kunden in Bezug auf Technik und Service, aber auch politische und haushaltsrechtliche Anforderungen, wie z. B. Förderung des regionalen Mittelstands, Standardisierung und Bündelung von Bedarfen, sind hierbei zu erfassen. Zum anderen hat sich das ITDZ Berlin zum Ziel gesetzt, umweltorientierte Ausschreibungstitel, wie bspw. „Beschaffung von 5.000 Green-PCs“, „Beschaffung von Briefumschlägen aus Recyclingpapier“ oder die „Beschaffung von 1.000 fair produzierten PCs“ zu formulieren, da es politisch sehr wirkungsvoll sein kann. Innerhalb der Leistungsbeschreibung werden demnach Mindeststandards für Energieeffizienz, Schadstoffreduzierung, Recyclebarkeit, Aufrüstbarkeit und Lebensdauer festgelegt und eine

Verpflichtung zur Rücknahme und fachgerechten Entsorgung der Verpackungen und der Altgeräte gefordert. Dabei können laut ITDZ Berlin die genannten Kriterien der Leistungsbeschreibung entweder als Mindestanforderung definiert werden, oder in die Bewertung einfließen. Zusätzlich erwägt das ITDZ Berlin soziale und ethische Kriterien, wie z. B. die Transparenz der Lieferkette und die Einhaltung von Arbeitsstandards als Zuschlagskriterium bei der nächsten Rahmenvertragsausschreibung zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang ist das ITDZ Berlin seit Sommer 2010 per Gesetz dazu verpflichtet, soziale Kriterien, wie z. B. die Einhaltung der Vorgaben der ILO (International Labour Organization), zu beachten.

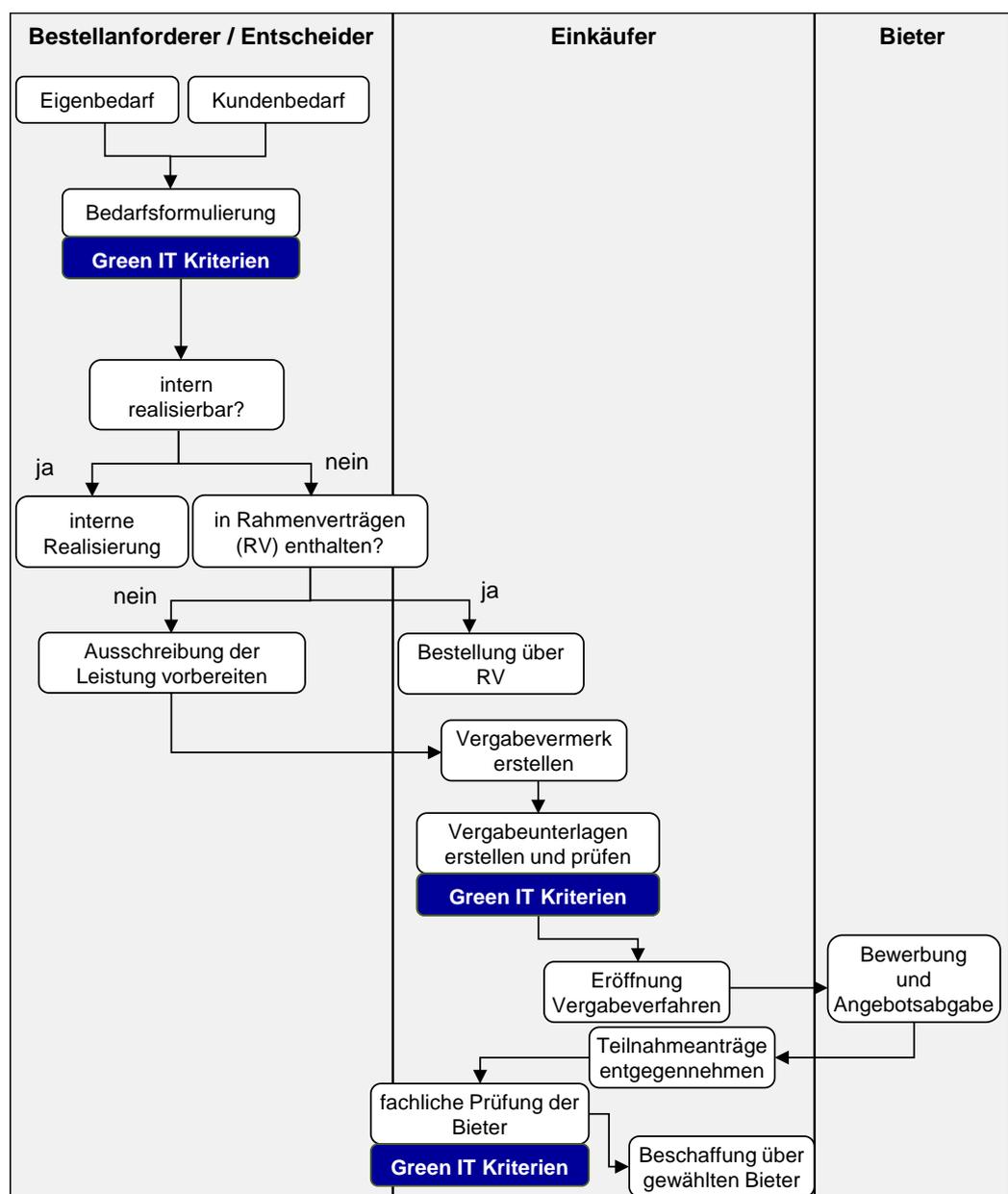


Abbildung 5: Green IT Kriterien im Einkaufsprozess des ITDZ Berlins

Zur Berücksichtigung sozial-ökologischer Ansätze in der Vergabepolitik arbeitet das ITDZ Berlin eng mit dem WEED (World Economy, Ecology & Development) zusammen, einem gemeinnützigen Verein, der sich für eine sozialgerechte und ökologisch nachhaltige Globalisierung einsetzt, und Unternehmen u. a. bei der Umsetzung sozial-ökologischer Ausschreibungen unterstützt. Hierzu hat der WEED mit fachlicher Unterstützung des ITDZ Berlins einen Leitfaden mit dem Titel „BUY IT FAIR“ zur Beschaffung von Computern nach sozialen und ökologischen Kriterien herausgegeben [WEED 2009], der aufzeigt, wie öffentliche Ausschreibungen unter Beachtung von Arbeitsrechten und Umweltstandards getätigt werden können bzw. sollten. Neben einem Überblick über Arbeitsrechtsverletzungen und Umweltprobleme in der IT-Branche enthält der Leitfaden konkrete Formulierungsvorschläge zur Aufnahme von Umweltsiegeln in der Leistungsbeschreibung, anerkannte Zertifikate als Orientierungshilfe und Tipps für die rechtskonforme, nachhaltige öffentliche Ausschreibung von Computern. Ziel ist es, die Führungskräfte und Einkäufer, aber auch die Kunden und die Politik für das Thema zu sensibilisieren. In diesem Zusammenhang hat das ITDZ Berlin eine Machbarkeitsstudie im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit in Auftrag gegeben, um das Umsetzungspotential unter politischen, wirtschaftlichen und mittelstandsfreundlichen Aspekten zu analysieren. Zudem ist eine Umfrage bei den relevanten Herstellern, Distributoren und mittelständischen Partner des ITDZ Berlin geplant. Über die Befragung sollen Machbarkeit und Preis der Beschaffung von fair produzierten PCs, Monitoren und Druckern ermittelt werden. Der hierfür aufgesetzte Fragebogen wurde auf der Grundlage des Musters aus dem BUY IT FAIR Leitfaden erstellt.

2.2.3. Produktion

Rechenzentrum

Als Betreiber eines eigenen hochsicheren Rechenzentrums hat das ITDZ Berlin das Potential einer Green IT Ausrichtung im Rechenzentrum bereits frühzeitig erkannt und Maßnahmen zur grundlegenden Modernisierung diesbezüglich eingeleitet. Das Ergebnis einer internen Analyse ergab, dass die Zahl der Server, die das ITDZ Berlin im Rechenzentrum betreibt, aufgrund von Konsolidierungsmaßnahmen im Land Berlin weiter ansteigen wird. Es wird mit einem Anstieg von 531 Servern (Stand 2008) im Jahr 2008 auf rund 1.430 Server im Jahr 2015 gerechnet [KSV 2009]. Um diesen Trend und

insbesondere dem wachstumsbedingten Stromanstieg entgegen zu wirken, setzt das ITDZ Berlin konsequent auf energieeffiziente Maßnahmen und Techniken, wie z. B. Konsolidierung, Virtualisierung von Servern, Optimierung der Kühlung und die Verwendung von Blade-Servern [ITDZ Berlin 2009b]. Durch gezielte Effizienzmaßnahmen erhofft sich das ITDZ Berlin hierdurch Stromersparungen in Höhe von 1.400 MWh pro Jahr im Zeitraum von 2010 bis 2015. Im Folgenden werden die Green IT Maßnahmen des ITDZ Berlins im Rechenzentrum und die damit einhergehenden Effizienzgewinne vorgestellt.

Das ITDZ Berlin betreibt ca. 434 Server¹. Die Server verbrauchen ca. 200 – 250 kWh, wobei zur Kühlung der Serverleistung ca. 40 kWh zusätzlich zur Erzeugung der notwendigen Kühlleistung erforderlich sind. Hinzu kommt der Effekt, dass jeder Kunde dedizierte Server mit unterschiedlichen Softwareständen hat. Das ITDZ Berlin setzt hier auf die Nutzung gemeinsamer und vereinheitlichter Systeme. Bereits im Jahr 2006 hat man damit begonnen, Systeme, bei denen absehbar war, dass sie den Standardserver nicht ausnutzen würden, virtuell anzulegen. Im Jahr 2009 liefen 114 virtuelle Maschinen auf fünf Host-Servern. Damit wurden stündlich mehr als 15 kWh eingespart, wie das folgende einfache Rechenbeispiel für das ITDZ Berlin verdeutlicht²:

Ein System auf einem Standardserver verbraucht 200 Watt pro Stunde. Entsprechend verbrauchen 114 Systeme auf 114 Standardservern 22.800 Watt. Durch Virtualisierung laufen 114 Systeme auf fünf Host-Servern, die nunmehr einen Stromverbrauch von 1.700 Watt erzeugen. Die Stromersparnis beläuft sich somit auf 21.100 Watt (15,4 kWh). Die Systeme im Rechenzentrum des ITDZ Berlins laufen 24 Stunden/Tag und 365 Tage/Jahr. Für 114 virtualisierte Systeme bedeutet dies im Jahr eine Energieersparnis von 184.836 kWh/Jahr, eine jährliche CO₂-Ersparnis von 116 Tonnen und damit eine Kostenersparnis in Höhe von 27.725,40 € pro Jahr.

Da weniger Energie für die Server benötigt wird, reduzieren sich auch die Abwärme und der Aufwand für die Klimatechnik. Darüber hinaus erwies sich die Virtualisierung für das ITDZ Berlin nicht nur als energieeffizient sondern auch als platzsparend. Datenspeicher wurden ebenfalls virtualisiert. Die eingesetzten

¹ Davon 162 Individualserver und 272 Standardserver (ca. 70 virtuelle Systeme).

² Der Berechnung liegt ein Strompreis von 0,15 Cent pro kWh und 0,63 kg CO₂ für die Produktion von 1 kWh Strom zugrunde.

Plattensubsysteme sind virtuelle Systeme. Bandsysteme und Klasse A Speicher werden weitestgehend ersetzt. In der Ausschreibung werden nunmehr die Verbrauchswerte berücksichtigt.

Bei Neuanschaffungen setzt das ITDZ Berlin auf energieeffiziente Technologien, wie z. B. Blade-Server. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass mehrere Server neben- oder übereinander in einem Baugruppenträger angeordnet sind. Die Bauform wirkt sich positiv auf den Energieverbrauch aus, da die Belüftung an der Rückseite des Gehäuses eingebaut ist und nicht jedes Blade über einen gesonderten Lüfter verfügt. Der Austausch konventioneller Server durch Blades führt (unter optimalen Bedingungen) laut Aussage des ITDZ Berlins zu einer Energieersparnis von bis zu 50 Prozent und einer erheblichen Platzersparnis. Das ITDZ Berlin betreibt aktuell rund 160 Server-Blades in vier Schränken.

Die Modernisierung der Kühlung bzw. Klimatisierung des Rechenzentrums wurde im Jahr 2009 abgeschlossen. Im Rahmen einer Diplomarbeit ermittelten zwei Studentinnen der Technischen Universität Berlin für das ITDZ Berlin die Energieeinsparpotentiale bei der Kühlung des Rechenzentrums [ITDZ Berlin 2009b, 6]. Basierend auf den Ergebnissen der wissenschaftlichen Untersuchung erfolgten der Einbau einer energieeffizienten Kühlanlage und die Planung für die Umstrukturierung der Serverräume.

Das neue Kühlsystem im Rechenzentrum arbeitet weitestgehend mit freier Kühlung und ermöglicht eine Abschaltung der stromintensiven Verdichter bis zu einer Außentemperatur von 12°C. Dies entspricht ca. 4.000 Stunden im Jahr. Die vorhandenen Kolbenverdichter zur Kälteerzeugung wurden durch stufenlos regelbare Schraubenverdichter ersetzt. Der Stromverbrauch des Kühlsystems konnte so um rund 35 Prozent gegenüber der bisher verwendeten konventionellen Klimaanlage gesenkt werden.

Weiterhin wurde die Anordnung des Serverbestands sowie der Bodenbelüftungsplatten untersucht. Bei der Ausweitung der Serverkapazitäten setzte das ITDZ Berlin auf "eingehauste Warmgänge", die eine ungünstige Aufstellung der Serverracks in den Serverräumen und die daraus resultierende Durchmischung von Warm- und Kaltluft verhindern soll. In den Serverräumen wird nunmehr die warme Abluft in einen geschlossenen Kubus geleitet und dort zentral gekühlt. Neue Umluftgeräte sind durchgängig mit stufenlos regelbaren

Motoren ausgestattet. Zudem wurden die USV-Anlage und die Transformatoren erneuert.

Das ITDZ Berlin besitzt seit 2009 ein Energiecontrolling für sein Rechenzentrum. Dazu wurden separate Strom- und Kältezähler installiert. Die Verbräuche werden zusammen mit speziellen Energiemanagementfunktionen analysiert und ausgewertet. Das Energiecontrolling dient auch der vorgesehenen Evaluierung dieser Klimaschutzvereinbarung.

Beim Umbau des Rechenzentrums sind dem ITDZ Berlin jedoch Grenzen gesetzt: „Die über Jahre organisch gewachsene Serverstruktur mit einer Vermischung aus Alt- und Neubestand sowie die notwendige Hochverfügbarkeit der Systeme für unsere Kunden verbieten radikale Lösungen. Wir gehen die Modernisierung bei der Serveranordnung deshalb Schritt für Schritt an und denken prozessorientiert“, beschreibt Herr Konrad Kandziora (Vorstand des ITDZ Berlins) die weiteren Pläne [ITDZ Berlin 2009b, 7].

Durch die Optimierung der Serverkonfiguration und der Infrastruktur konnten im Jahr 2008 gegenüber einem konventionell betriebenen Rechenzentrum 890 MWh Strom eingespart werden. Die Effizienzgewinne haben einen direkten Einfluss auf den PUE-Wert, der beim ITDZ Berlin gemessen wird. Mit einem PUE-Wert von 1,9 im Jahr 2006 hat sich dieser derzeit auf 1,5 (2011) verbessert. Das ITDZ Berlin strebt einen Wert von 1,4 für das Jahr 2015 an.

Büroumgebung

In den festgelegten Green IT Handlungsfeldern „Endgeräte“ und „Druck“ werden die Bemühungen des ITDZ Berlins im Bereich der Büroumgebung dokumentiert. Betrachtet werden in diesem Rahmen PCs, Drucker, Monitore, Notebooks sowie die Technik des Server Based Computing (SBC), wie z. B. Thin Clients. Die Drucker sind bereits mit Energiesparmodus ausgerüstet und die Toner werden unter Berücksichtigung umweltfreundlicher Kriterien vom Hersteller bezogen. Während bislang nur ca. 5-6 % des Druckvolumens auf Recyclingpapier gedruckt werden, soll zukünftig vermehrt Recyclingpapier zum Einsatz kommen. Zudem wird der Zwei-Seiten-Druck im Unternehmen geprüft. Derzeit wird ca. 1/3 simplex und 2/3 duplex gedruckt. In diesem Zusammenhang wird die Prüfung eines vermehrten Einsatzes von Multifunktionsdruckern und die Zentralisierung durch Massendruck

vorgenommen. Im Druckzentrum des ITDZ Berlin wurden im Jahr 2008 ca. 45 Mio. Blatt Papier bedruckt und ca. 14 Mio. Kuvertierungen vorgenommen. Rund 300 MWh Strom wurden dabei für den Betrieb der leistungsstarken Digitaldruck- und Kuvertiermaschinen sowie zum größeren Teil für die Klimatisierung der Räume benötigt. Neben Ausdrucken auf chlorfrei gebleichtem Papier wird auch die Verwendung von zu 100 Prozent recyceltem Papier mit dem Gütesiegel „Blauer Engel“ angeboten. Es ist vorgesehen, dass das Druckzentrum nach erfolgtem Umbau ebenfalls eine energieeffizientere Klimatisierung erhält. Dadurch sind Einsparungen von jährlich rund 100 MWh Strom realisierbar [KSV 2009]. Darüber hinaus wird durch das ITDZ Berlin die Verwendung von CO₂-neutralem Papier geprüft.

Im Rahmen der Green IT Potentialdokumentation wurden insbesondere folgende Ansätze für die Büroumgebung als relevant erachtet:

- Forderung umweltschutzfördernder Kriterien bei Ausschreibungen von Bürogeräten, wie z. B. das Zertifikat „Blauer Engel“
- Green IT Richtlinie beachten bei der Prozessorauswahl und Beschaffung von 2,5 Zoll Festplatten (leise, klein und stromsparend)
- Einsatz von Thin Clients mit z. B. 3,5 Watt statt 50 Watt für normalen APC
- Energiereduzierung durch lastabhängige Steuerung der Terminalserver: Umsetzung der lastabhängigen Steuerung im laufenden Betrieb, Abschaltung der Server zu betriebsarmen Zeiten, Einsatz von 64-Bit Betriebssystemen zur optimalen Auslastung der Hardware, Konsolidierung der Server nach Aufgaben bzw. Anwendungen, um eine höhere Auslastung zu erzielen, Einsatz von Provisionierung, um zeitgesteuert verschiedene Aufgaben zuzuweisen (Tag TS, Nacht Batchlauf) und um die lokalen Festplatten nicht mehr nutzen zu müssen.

Netzwerke. Weiterhin ist die Optimierung von Netzwerken ein zentraler Bestandteil der Realisierungspläne. Hinzu zählt die Optimierung von Netzwerken durch Identifizierung und Entsorgung veralteter Komponenten bzw. Geräte. Moderne Switches können Energieeinsparungen durch weniger Abwärme erzielen. Durch Zusammenlegung von Netzwerk-Edge und Distribution-Area einer klassischen Three-Tier-Architektur wird durch Einsparung diverser Switches eine höhere Portdichte erzielt. Intelligente Technologien können Switches als Energie-Manager nutzbar machen.

Außerdem ermöglicht eine Bandbreitenerhöhung weitere Einsparungen, wenn die Möglichkeit besteht Kabelverbindungen zu reduzieren. Ein weiterer Diskussionsfaktor ist die Migration auf Glasfaser, die nicht nur störungssicherer sind, sondern pro Netzwerk-Port rund 7 Watt weniger Strom als klassische Kupferkabel verbrauchen. Energieeffiziente Netzteile, temperaturgesteuerte Lüfter oder Geräte und künftige Energy Efficient Ethernet wurde von der AG als erforderlich für einen nachhaltigen Umgang in Netzwerktechnologie erachtet.

Gebäudemanagement. Das ITDZ Berlin hat bereits in der Vergangenheit Maßnahmen durchgeführt, um den Ressourceneinsatz für den Betrieb und die Bewirtschaftung der vom Unternehmen genutzten Immobilien zu verringern. So wurde beispielsweise die Fassade des Hauptsitzes im Jahr 2003 wärmegeklämt. Die alten Fenster wurden durch neue, energetisch optimierte Fenster ersetzt. Für weitere Bauteile der Gebäude aus den späten 70er Jahren ist eine Modernisierung kurz- bis mittelfristig geplant.

Die derzeit vom ITDZ Berlin genutzten Liegenschaften sind über eine gemeinsame Zuleitung an das Fernwärmenetz angeschlossen. An den versorgungstechnisch angebundenen Bestandsgebäuden sind weitere Wärmeschutzmaßnahmen geplant. Der Betrieb der hauseigenen Heizungssysteme wird ebenfalls optimiert und nach Umsetzung der Wärmeschutzmaßnahmen angepasst. Dadurch wird eine Einsparung von Wärmeenergie in Höhe von 350 MWh pro Jahr erwartet [KSV 2009]. Zudem wird die Installation einer Photovoltaik-Anlage geprüft, wodurch jährlich mindestens 40 MWh des Stromverbrauchs lokal regenerativ erzeugt werden könnte.

2.2.4. Vertrieb und Kommunikation

Das ITDZ Berlin hat es sich zum Ziel gesetzt, das Thema Green IT externen gegenüber aktiv zu kommunizieren und zu vermarkten. Die Kommunikation in Richtung Kunden über bereits eingesetzte und umgesetzte Green IT, die aktive Werbung für Green IT sowie die Einrichtung eines Themenportals für gemessene und somit handfeste Ergebnisse sind Bestandteile dieser Vermarktungsstrategie.

Das ITDZ Berlin hat frühzeitig erkannt, dass Green-IT-Lösungen der Berliner Verwaltung bei ihrer ökologischen Ausrichtung und gleichzeitig bei der Entlastung ihrer Haushalte unterstützen können. Erfahrungen wurden unter

anderem bei europaweiten Ausschreibungen von Rahmenverträgen für die IT-Infrastruktur des Landes Berlin gesammelt [ITDZ 2010b]. Das ITDZ Berlin hat spezielle Angebote zum Thema „Green IT“ erarbeitet. Seit Jahren werden der Berliner Verwaltung über Rahmenverträge energieeffiziente IT-Komponenten angeboten.

Im Arbeitsplatzbereich bietet das ITDZ Berlin ihren Kunden mit sog. „Green-PC“ neuerdings einen noch energieeffizienteren und damit umweltbewussteren PC-Arbeitsplatz als den bisherigen Standard-APC, den sog. „Flex-PC“, an. Der Green-PC arbeitet trotz seiner hohen Performance besonders energiesparend und erfüllt dennoch die Kriterien des „Blauen Engel“ und genügt den Anforderungen des Energy Star V4.0.

Hierbei handelt es sich um einen Hewlett-Packard dc7900 in einem Small-Form-Factor-Gehäuse. Die Netzteile haben einen Wirkungsgrad von jeweils mindestens 80 Prozent bei einer Last von 20 Prozent, 50 Prozent und 100 Prozent. Die Geräte unterstützen ein ACPI-konformes Betriebssystem und verfügen über einen Ein- und Ausschalter [ITDZ 2010c]. Mit einem 2,5 GHz Dualcore-Intel-Prozessor, 2 GB RAM und einer 80 GB Festplatte ist er für die allermeisten Arbeitsplätze der Berliner Verwaltung gut gerüstet. Zudem ist durch die recyclinggerechte Konstruktion eine umweltgerechte Entsorgung der Geräte gewährleistet. Der Green-PC wird als Basismodell ohne Aufpreis angeboten und verbraucht rund 26 Prozent weniger Strom als ein durchschnittlicher APC. Das ITDZ Berlin ist sich darüber hinaus bewusst, dass zur Bereitstellung eines umweltfreundlichen IT-Arbeitsplatzes auch die Belastung der Nutzer durch Geräusche, Strahlung und Herstellungsmaterial so weit wie möglich eingeschränkt werden sollte. Die im Green-PC verwendeten Lüfter und Komponenten arbeiten fast 10% leiser als die eines Standardrechners. Mit unter 52 dB(A) bei Betrieb und unter 26 dB(A) im Standby-Modus liegen die Geräuschemissionen des Druckers unterhalb des Durchschnitts.

Ergänzt wird das Angebot durch einen energieeffizienten TFT-Monitor und Drucker, die ebenfalls mit „Energiesiegeln“ als energiesparend eingestuft sind: Der Monitor trägt den „Energy Star“, der Drucker ist mit dem „Blauen Engel“ ausgezeichnet. Ein Papier-sparender Duplex-Modus (beidseitige Druckfunktion) und eine Toner-Spar-Taste ergänzen hier das Angebot. Mit der Sleep-Funktion verfügt der Drucker über eine Funktion, die erheblich weniger Strom verbraucht als der handelsübliche Stand-by-Modus. Zukünftig soll – so erhofft sich das

ITDZ Berlin – die Berliner Verwaltung mit diesem „Green IT Angebot“ den durchschnittlichen Stromverbrauch pro Arbeitsplatz um rund 1/3 senken können.

Das mit dem Angebot ressourcenschonender IT-Lösungen einhergehende Einsparpotenzial ist in seiner Gesamtheit noch nicht erfasst. Das sich jedoch Green IT Investitionen rentieren, konnte das ITDZ Berlin an einer einfachen Berechnung am Beispiel der Bereitstellung von TFT-Bildschirmen für die Behörden des Landes Berlin ermitteln [ITDZ Berlin 2009b, 9]³:

Das ITDZ Berlin verkaufte an seine Kunden in der Berliner Verwaltung in den Jahren 2007/2008 insgesamt 12.019 TFT-Bildschirme. Ein 19-Zoll Röhrenmonitor verbraucht im Durchschnitt 125 Watt in der Stunde, ein 19-Zoll TFT-Bildschirm im Vergleich dazu lediglich 45 Watt. Ausgehend von 230 Arbeitstagen mit jeweils acht Arbeitsstunden pro Tag ergab sich bei 12.019 TFT-Bildschirmen eine Energieersparnis von 1.769.196 kWh, eine CO₂-Ersparnis in Höhe von 1.114 Tonnen/Jahr und schließlich eine Kostenersparnis von 265.379 EUR/Jahr (geschätzt) für die Berliner Verwaltung.

Eine Alternative zum energieeffizienten APC bietet die vom ITDZ Berlin angebotene Terminal-Server-Lösung, sog. „Thin-Clients“. Hierbei stellt ein zentraler Terminal-Server alle relevanten Daten und die Software für jeden Arbeitsplatz bereit [ITDZ 2010c]. Thin-Clients können die CO₂-Emissionen eines Arbeitsplatzsystems um über 54 Prozent senken. Zudem verursachen Thin-Clients im Vergleich zum PC nur rund ein Zehntel der Abfallmenge. Die angebotene Terminal-Lösung wird zurzeit von rund 3.500 Mitarbeitern in der Berliner Justiz und der Senatsverwaltung für Inneres und Sport genutzt. Thin-Clients verbrauchen durchschnittlich 25 Watt und somit ungefähr 60 Watt weniger Strom als ein durchschnittlicher APC. Die so entstandene CO₂-Ersparnis von 243 Tonnen und die Kostenersparnis von 58.000 Euro im Jahr sind dabei noch vergleichsweise gering.⁴ Mit dem vom ITDZ Berlin für den Sommer 2009 angestrebten Rahmenvertrag für Thin-Clients mit einem Verbrauch unter acht Watt, rechnet sich diese Investition bereits mittelfristig. Die Senatsverwaltung für Inneres und Sport Berlin rüstete mit dem ITDZ Berlin

³ Der Berechnung liegt ein Strompreis von 0,15 Cent pro kWh und 0,63 kg CO₂ für die Produktion von 1 kWh Strom.

⁴ Das Rechenbeispiel geht ebenfalls von einer Nutzungsdauer von 8h/Tag und 230 Tagen im Jahr aus.

bereits 380 Arbeitsplätze auf Thin-Clients mit einem Verbrauch von fünf Watt um.

Den Verantwortlichen im ITDZ Berlin ist hierbei bewusst, dass sich Investitionen in umweltfreundliche und energieeffiziente IT häufig erst mittel- oder längerfristig rechnen. Der Kostenersparnis stehen schließlich auch Anschaffungskosten gegenüber. Wenn jedoch die Energiekosten weiterhin steigen – so die Argumentation der AG Green IT – ist eine Ausrichtung der IT-Infrastruktur auf energieeffiziente Geräte unumgänglich. Im Produktmanagement wird somit Green IT zum festen Bestandteil. Ein neuer Hardwarekatalog des ITDZ Berlins mit dem Schwerpunkt Green IT wird demnächst herausgegeben.

Das ITDZ Berlin wird seine Green IT Aktivitäten konsequent ausbauen und kommunizieren. Über Erfolge werden interne und externe Stakeholder regelmäßig informiert. In diesem Zusammenhang wurden bereits ein Leitfaden Green IT veröffentlicht, ein Green IT Portal im Intranet errichtet und in diversen Fachzeitschriften publiziert.

3 Erkenntnisse

Als Anstalt des öffentlichen Rechts ist es dem ITDZ Berlin gelungen, die öffentlichen Vorgaben zum Klimaschutz (KSV) mit den bereits intern frühzeitig vorangetriebenen Bemühungen im Rahmen einer Green IT zu verknüpfen.

Eine zentrale Herausforderung stellt nach wie vor die Messung von Energieverbräuchen dar, um eine verlässliche Datenbasis für tiefgehende Analysen zu erhalten. Kennzahlen zur Messung der Green IT Performance sind vereinzelt, v. a. im Rechenzentrum, vorhanden (z. B. PUE). Ein einheitliches Performance Measurement, das sämtliche Bereiche und Kenngrößen zur Nachhaltigkeit integriert, ist jedoch nicht existent. Eine quantifizierte Messung der Maßnahmen über alle Handlungsfelder hinweg kann daher bislang nicht durchgeführt werden. Die Angaben zu Einsparpotentialen durch Green IT beruhen daher häufig auf theoretischen Berechnungen. Das ITDZ Berlin plant jedoch Messkriterien zur Bewertung der Ergebnisse der umgesetzten Green IT Aktivitäten festzulegen. Während der Realisierung der angestrebten Einsparziele sowie zum Nachweis werden hierbei ein Monitoring angestrebt, das Veränderungen im Leistungsumfang und Auswirkungen auf den Energieverbrauch berücksichtigen soll.

Der Fall ITDZ Berlin weist folgende Besonderheiten auf:

- **Holistischer Green IT Ansatz.** Die Gründung einer bereichsübergreifenden AG stellt sicher, dass das Thema Green IT und Klimaschutz im gesamten Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette adressiert wird.
- **Green IT Business Case.** Durch Gegenüberstellung von Potentialen und Maßnahmen wird ersichtlich, dass Green IT nicht losgelöst von unternehmerischen Entscheidungen betrachtet wird. Im Mittelpunkt der Projektinitiierung steht der für das Unternehmen erkennbare, quantifizierte Nutzen.
- **Integration der Kunden und Öffentlichkeit.** Das ITDZ Berlin spricht seinen Kundenkreis mit speziellen Green IT Angeboten gezielt an. Damit ist Green IT integraler Bestandteil im Produktmanagement. Zudem werden die Erfolge den internen und externen Stakeholdern gegenüber regelmäßig kommuniziert.

Ein ganzheitliches Nachhaltigkeitsmanagement, das die drei Säulen der Nachhaltigkeit sinnvoll integriert, ist nicht gegeben. Obwohl Green IT bereichsübergreifend verankert wurde, konzentrieren sich die Maßnahmen im Rechenzentrum. Das ITDZ Berlin befürwortet jedoch die stärkere Integration von Nachhaltigkeitsaspekten, insbesondere im Beschaffungsbereich. Nach Meinung der Experten des ITDZ Berlins sind jedoch Nachhaltigkeitsansätze v. a. durch Einbeziehung vorgelagerter Wertschöpfungsstufen möglich.

In diesem Zusammenhang ist eine Anpassung der Sichtweisen auf Green IT und Nachhaltigkeit und die Integration dieser zu einem nachhaltigen holistischen Ansatz („nachhaltiges Informationsmanagement“) notwendig und sinnvoll. Die Errichtung einer internen Arbeitsgruppe Green IT verdeutlicht jedoch das nachhaltige Engagement sowie den Willen des ITDZ Berlins zu einer konzeptionellen Umsetzung entsprechender Maßnahmen.

Literaturverzeichnis

[ITDZ Berlin 2008]

IT-Dienstleistungszentrum Berlin (2008) Green IT Präsentation der Arbeitsgruppe Green IT, Stand 02.10.2008.

[ITDZ Berlin 2009a]

IT-Dienstleistungszentrum Berlin (2009) Moderne Perspektiven für die Verwaltung, IT-Dienstleistungszentrum Berlin - Auflage: 250, <http://www.itdz-berlin.de/dokumente/itdz-berlin-broschuere.pdf>

[ITDZ Berlin 2009b]

IT-Dienstleistungszentrum Berlin (2009) Splitter: IT-Nachrichten für die Berliner Verwaltung Nr. 1/2009 - 19. Jahrgang, Schwerpunkt: Green IT.

[ITDZ Berlin 2010a]

IT-Dienstleistungszentrum Berlin (2010) ITDZ Berlin Organe <http://madrid.itdz-berlin.de/unternehmen/organe.html>

[ITDZ Berlin 2010b]

IT-Dienstleistungszentrum Berlin (2010) White Paper des IT-Dienstleistungszentrums Berlin (ITDZ Berlin): Klima schonen und Kosten sparen – Leitfaden für eine energieeffiziente Informationstechnik, http://www.itdz-berlin.de/dokumente/itdz_berlin_whitepaper_green_it.pdf

[ITDZ Berlin 2010c]

ITDZ Berlin (2010) der energiesparende Green IT Arbeitsplatz-Computer des ITDZ Berlin http://www.itdz-berlin.de/dokumente/flyer/flyer_green_it.pdf

[KSV 2009]

KSV (2009) Klimaschutzvereinbarung zwischen dem IT-Dienstleistungszentrum Berlin und dem Land Berlin, http://www.itdz-berlin.de/dokumente/091208_ITDZ_Berlin_KSV_final.pdf

[WEED 2009]

Weltwirtschaft, Ökologie & Entwicklung e.V. (WEED) (2009) BUY IT FAIR: Leitfaden zur Beschaffung von Computern nach Sozialen und Ökologischen Kriterien, Druck Vogt GmbH.

**Formerly published
Research Papers in Information Systems Management**

Number 1

Zarnekow, Rüdiger; Kolbe, Lutz M.; Ereğ, Koray; Schmidt, Nils-Holger

Studie: Nachhaltigkeit und Green IT in IT-Organisationen

ISBN (online) 978-3-7983-2263-9

ISSN 2191-639X

Published online 2010

Number 2

Repschläger, Jonas; Zarnekow, Rüdiger

Studie: Cloud Computing in der IKT-Branche

ISBN (online) 978-3-7983-2305-6

ISSN 2191-639X

Published online 2011

Number 3

Zarnekow, Rüdiger; Ereğ, Koray; Löser, Fabian; Wilkens, Marc

Referenzmodell für ein Nachhaltiges Informationsmanagement

ISBN (online) 978-3-7983-2378-0

ISBN (print) 978-3-7983-2385-8

ISSN 2191-639X

Published 2011

Number 4

Ereğ, Koray; Schmidt, Nils-Holger; Löser, Fabian; Samulat, Peter

Nachhaltigkeitsmanagement bei der Axel Springer AG

ISBN (online) 978-3-7983-2400-8

ISSN 2191-639X

Published online 2011

Number 5

Ereğ, Koray; Schmidt, Nils-Holger; Schilling, Thomas

Green IT bei Bayer Business Services

ISBN (online) 978-3-7983-2401-5

ISSN 2191-639X

Published online 2011