

Koray Erek
Gregor Drenkelfort
Thorsten Pröhl

Energiemonitoring von IKT-Systemen
State-of-the-Art von Energiemonitoringsystemen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.de/> abrufbar.

Universitätsverlag der TU Berlin 2013

<http://www.univerlag.tu-berlin.de>

Fasanenstr. 88 (im VOLKSWAGEN-Haus), 10623 Berlin

Tel.: +49 (0)30 314 76131 / Fax: -76133

E-Mail: publikationen@ub.tu-berlin.de

Herausgeber: Prof. Dr. Rüdiger Zarnekow

Das Manuskript ist urheberrechtlich geschützt.

Satz/Layout: Dr. Koray Ereğ

Zugleich online veröffentlicht auf dem Digitalen Repository
der Technischen Universität Berlin:

URL <http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2013/3924/>

URN [urn:nbn:de:kobv:83-opus-39242](http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:83-opus-39242)

[<http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:83-opus-39242>]

ISBN 978-3-7983-2459-6 (online)

ISSN 2196-3606 (online)

Projektbeschreibung

GreenIT Cockpit

Organisationsweites, geschäftsprozessorientiertes Management-Cockpit für die Energieeffizienz von IKT

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ziel des Projekts ist die Erforschung und Entwicklung eines organisationsweiten, geschäftsprozessorientierten Management Cockpits für die Energieeffizienz von IKT (Green IT Cockpit). Dabei werden Key Performance Indikatoren (KPIs) in einem Performance Measurement System auf unterschiedlichen Ebenen verknüpft und zusammengeführt, um Managern entscheidungsrelevante Informationen hinsichtlich Green IT zur Verfügung zu stellen. Das zu entwickelnde Management Cockpit ermöglicht es, Informationen zur Energieeffizienz der IKT aus verschiedenen Systemen (Rechenzentrum, Netzinfrastruktur und Peripherie wie Thin Clients bzw. Desktops, Drucker, Scanner usw.) bereichs- und geschäftsprozessorientiert zusammenzutragen und diese in einfacher, aggregierter und leicht interpretierbarer Form zur strategischen Planung und Verbesserung der IKT-bedingten Energieeffizienz der Organisation aufzubereiten. Die Visualisierung dieser Informationen durch das Cockpit erfolgt beispielsweise in Form von Ampeln, Skalen oder Tachometern, um gezielt und unmittelbar Verbesserungs- und Optimierungspotenziale sichtbar zu machen.

Inhalt und Benutzeroberfläche des Cockpits bieten neben der Analyse relevanter Kennzahlen die Möglichkeit der detaillierten Untersuchung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Zur Sicherstellung einer maximalen Übertragbarkeit der Ergebnisse werden KPIs und Benchmarks zu Energieeffizienz der IKT in Prozess- und Wertschöpfungsketten in Großunternehmen, KMUs und Verwaltung Gegenstand der Untersuchung sein.

Ansprechpartner: Dr. Koray Erek, koray.erek@tu-berlin.de

Partner: TimeKontor AG, Axel Springer AG, Technische Universität Berlin und Umweltbundesamt

Laufzeit: 36 Monate

Inhaltsverzeichnis

Projektbeschreibung	1
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Einleitung	5
2 Energiemonitoring - Standards und Systeme	6
2.1. Vorrecherche	6
2.2. Ergebnisse der ersten Recherche – EMS	7
2.3. Energiemonitoring – Standards und Trends	7
2.3.1. Rechenzentrum.....	8
2.3.2. Büroumgebung	11
2.3.3. Netzwerkkumgebung	12
2.4. Zusammenfassung der Standards für Energiemonitoring der IKT.....	12
3 Detailanalyse: Stärken- und Schwächenanalyse ausgewählter EMS .	13
3.1. Avocent (Data Center Planner).....	16
3.2. CA Technologies (CA ecoMeter, CA ecoDesktop und CA ecoGovernance)	17
3.3. deZem – Energiecontrolling	18
3.4. IBM Tivoli Monitoring for Energy Management.....	19
3.5. IT-Backbone GmbH	20
3.6. JouleX Energy Manager	21
3.7. Nimsoft (Unified Manager, Nimsoft Monitoring).....	22
3.8. Cob-Web (proRZ)	23
3.9. PRTG Netzwerk Monitor	24
3.10. Raritan (Power IQ, DCTrack)	25
3.10.1. Power IQ	25
3.10.2. DCTrack	26
3.11. Rittal (RiZone)	27
3.12. Speedikon DAMS (Data Center Asset Management Solutions)....	28
4 Bewertungsübersicht	29
5 Workshops	30
6 Ergebnisse für das Projekt	30
Literaturverzeichnis	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Monitoring-Landschaft im Rechenzentrum	11
Abbildung 2: Ergebnisse der Stärken- und Schwächenanalyse der EMS im Überblick	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Quantifizierung der Kriterien.....	14
Tabelle 2: Bewertung von Avocent (Data Center Planner)	16
Tabelle 3: Bewertung von CA Technologies (CA ecoMeter, CA ecoDesktop und CA ecoGovernance).....	17
Tabelle 4: Bewertung von deZem - Energiecontrolling	18
Tabelle 5: Bewertung von IBM Tivoli Monitoring for Energy Management	19
Tabelle 6: Bewertung von CACTI.....	20
Tabelle 7: Bewertung von JouleX Energy Manager.....	21
Tabelle 8: Bewertung von Nimsoft (Unified Manager, Nimsoft Monitoring).....	22
Tabelle 9: Bewertung des Cob-Web	23
Tabelle 10: Bewertung von PRTG Netzwerk Monitor	24
Tabelle 11: Bewertung von Raritan (Power IQ)	25
Tabelle 12: Bewertung von Raritan (DCTrack)	26
Tabelle 13: Bewertung von Rittal (RiZone)	27
Tabelle 14: Bewertung von Speedikon DAMS (Data Center Asset Management Solutions)	28
Tabelle 15:Referenz für die Bewertung.....	29

1 Einleitung

Stark steigende Energiebedarfe der IKT, steigende Energiepreise sowie zunehmende ökologische Sensibilisierung drängen das Thema GreenIT stärker in den Fokus der IT-Verantwortlichen. Dabei ist es prinzipiell sinnvoll, den Energiebedarf der IKT zu unterteilen, um mögliche Ineffizienzen besser erkennen zu können. Als Quellen für den IKT-Energiebedarf wird in Anlehnung an (Stobbe u. a. 2009) zwischen den Bereichen Rechenzentrum, Bürsumgebung und Netzwerk unterschieden. Unter dem Netzwerk ist hier nicht das Netzwerk im Rechenzentrum, sondern das Netzwerk, welches Rechenzentrum und Bürsumgebung miteinander verbindet, gemeint. Dabei wird zwischen direktem und peripherem (bzw. indirektem) IKT-Energiebedarf unterschieden. Der direkte Energiebedarf ist die Energie, die eine IKT-Komponente zum Betrieb benötigt. Da die Komponenten nur Strom zum direkten Betrieb erfordern, wird der direkte IKT-Energiebedarf auf Strom reduziert. Unter dem peripheren IKT-Energiebedarf soll im Folgenden der Energiebedarf verstanden werden, der zusätzlich benötigt wird, um den ordnungsgemäßen Betrieb der IKT-Systeme zu gewährleisten. Der periphere Energiebedarf wird genauer im Band 4 untersucht und diskutiert.

In diesem Band werden aktuelle Standards beim (Energie-)Monitoring ermittelt und eine Marktübersicht erstellt sowie das Leistungsspektrum der gängigen Produkte am Markt ermittelt. Als Energiemonitoring wird im Folgenden ein Prozess verstanden, der entweder dauerhaft oder in bestimmten Zeitintervallen Energieverbrauchsdaten bzw. energierelevante Daten erhebt und diese an ein zentrales System übermittelt. Das Zeitintervall muss dabei so gewählt werden, dass für das Energiemanagement nötige Informationen (wie z.B. Lastspitzen im Stromverbrauch) erfasst werden und diese nicht bei der Messung „übersprungen“ werden.

Die Bearbeitung erfolgte in sechs Schritten:

1. Internetrecherche: Anbieterrecherche und Foren.
2. Expertenbefragung: Betreiber von Rechenzentren und IT-Experten über bestehende Kontakte, wie z.B. im Rahmen des ECO-Fachgruppentreffens „Nachhaltiges IT-Management“
3. Verbundpartnerevaluierung: Die Liste, der aus den ersten beiden Schritten erhaltenen Anbieter und Produkte wurde mit den Partnern abge-

stimmt (E-Mails und auf Konsortialtreffen); diese gaben entsprechende Hinweise auf weitere Anbieter.

4. Zwischenergebnis („Lessons Learned“: Energiemonitoring in den Teilbereichen Rechenzentrum, Bürsumgebung und Netzwerk).
5. Detailanalyse für ausgewählte Systeme.
6. Workshops mit Anbietern.

2 Energiemonitoring - Standards und Systeme

2.1. Vorrecherche

Der Markt für Energiemonitoringsysteme (EMS) ist aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Energieeffizienz im IKT-Bereich stark wachsend. Aus diesem Grund nimmt auch die Anzahl der Anbieter von EMS stark zu.

Die Recherche erhebt aufgrund der Dynamik des Markts und der zahlreichen Anbieter sowie EMS-Lösungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Zur Erfassung der Systeme wurde zunächst ein Kriterienkatalog/Fragebogen auf Grundlage von (Stanley & Koomey 2009) entwickelt. Dieser berücksichtigt die folgenden Aspekte:

- Topologie des Systems
- Messungen & Messsensoren
- Datenauswertung und Datenexport
- Dokumentation
- Aufwand, welcher sich in Konfiguration und Kosten unterteilt
- Support

Nach einer Vorrecherche konnten wichtige Monitoring-Standards und Trends identifiziert werden. Zur Erhebung von reinen Energiemonitoringsystemen wurde Kontakt mit den Anbietern aufgenommen und die Fragebögen vervollständigt (insbesondere in Bezug auf Schnittstellen und Datenqualität).

2.2. Ergebnisse der ersten Recherche – EMS

Die Voranalyse lieferte zwei verschiedene Arten von Energiemonitoringsystemen:

- Reine Energiemonitoringsysteme (Querschnittssysteme):

Diese Systeme sind speziell zur Erhebung von Energieverbräuchen entwickelt worden. Sie dienen vorwiegend dem Zweck der Energieverbrauchsermittlung bzw. Bestimmung der Energieeffizienz der IKT.

- Monitoringsysteme, die um Energiemonitoringfähigkeiten erweitert wurden (Spezialsysteme):

Diese Systeme wurden für klassische Monitoringaufgaben im IKT-Umfeld entwickelt. Beispielhaft ist hierfür die Verfügbarkeits- und Auslastungsüberwachung von Komponenten zu nennen. Um sich neue Marktfelder zu erschließen, wurden diese Systeme um die entsprechenden Auswertungsfunktionen bzgl. des Energieverbrauchs erweitert.

2.3. Energiemonitoring – Standards und Trends

Die Recherche lieferte viele Erkenntnisse zu den eingesetzten Standards, Protokollen, Techniken und Trends zum (Energie-)Monitoring in den Bereichen Rechenzentrum, Bürroumgebung und Netzwerk. Prinzipiell kann zwischen direkter Messung des Energieverbrauchs und indirekter Messung unterschieden werden. Bei der direkten Messung wird der Energiebedarf (i.d.R. Strom) direkt mit einem Messgerät bestimmt. Bei der indirekten Messung werden Energieverbrauchsdaten oder andere energierelevante Daten direkt aus dem Gerät ausgelesen. Bei den ausgelesenen Daten kann wiederum zwischen zwei Arten unterschieden werden: zum einen Daten, die vom Gerät direkt gemessen werden und zum anderen Daten, welche aus Energieverbrauchsprofilen (z.B. CPU-Auslastung, Drehzahlen bei Pumpen) berechnet wurden.

Die energierelevanten Daten müssen ebenfalls über Energieverbrauchsprofile auf den Energiebedarf umgerechnet werden. Weiterhin zeigte die Recherche, dass selbst bei den verhältnismäßig teuren, hoch spezialisierten EMS-Tools bisher kein Produkt existiert, das den IKT-Energiebedarf geschäftsprozessorientiert darstellen kann.

Im Folgenden werden kurz Ergebnisse zu den Bereichen Rechenzentrum, Büroumgebung und Netzwerk vorgestellt.

2.3.1. Rechenzentrum

Ein Rechenzentrum dient der Erbringung von IT-Dienstleistungen. Diese werden durch die Komponenten der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) erbracht (z.B. Server, Speichersysteme, Router und Switches). Damit der Betrieb der IKT-Komponenten dauerhaft sichergestellt wird, verfügen die meisten Rechenzentren über Kühlsysteme sowie Systeme zur Absicherung bei Stromausfall (Unterbrechungsfreie Stromversorgung, Notstromgenerator). Diese zusätzlichen Systeme gehören nicht zur IT-Landschaft, sondern zur Gebäudetechnik (Schaefer u. a. 2008; Merz u. a. 2007).

Prinzipiell treffen im Rechenzentrum zwei verschiedene Monitoring-Ansätze aufeinander: Die Welt der IT, deren Monitoring hauptsächlich IP-basiert über das RZ-Netzwerk läuft und die Gebäudetechnik, die meistens über bestimmte Feldbusse (Standards zur Datenübertragung) an speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) angebunden ist, welche die Steuerung der Anlagen und Geräte übernehmen.

Stand IKT-Monitoring

Das Monitoring der IKT-Komponenten dient klassischerweise dem Verfügbarkeitsmonitoring. Dabei sind auch Steuerungsmöglichkeiten für die Administratoren der IT vorgesehen, um in die Systeme eingreifen zu können. Häufig kommt das Simple Network Management Protokoll (SNMP) zum Einsatz. Dieses Protokoll verlangt einen Agenten auf dem zu überwachenden System und einen Manager, der die Daten der Agenten einsammelt. Das Protokoll spezifiziert die Kommunikation, aber der Inhalt wird über die sog. MIB (Message Information Base) festgelegt. Die MIBs werden von den Geräteherstellern definiert und müssen zur Verfügung stehen, damit eine SNMP-Überwachung von Geräten möglich ist. Der Vorteil von SNMP ist, dass es auf diversen Geräten funktioniert und auch per Software (z.B. durch Agenten auf Servern) betrieben werden kann. Die Spezifikation von SNMP und den MIBs wird über RfC (Request for Comments) geregelt, ein Überblick zur Technologie ist bspw. in (Stallings 1999) zu finden.

Neben SNMP ist bei Windows-Servern häufig die WMI (Windows Management Instrumentation) anzutreffen. Dabei handelt es sich um die Microsoft Implemen-

tierung des CIM (Common Information Model). Mit der WMI ist das Monitoring und Management von verteilten IT-Systemen auf Windows-Basis ohne Agenten (im Gegensatz zu SNMP) möglich. Nachteil dieser Technologie ist die Begrenzung auf die Windows-Welt (Microsoft 2012). Im IKT-Monitoring sind Open-Source-Tools sehr weit verbreitet. So ist z.B. Nagios das verbreitetste Monitoring-Tool und bietet Lösungen sowohl für SNMP-Geräte und Systeme als auch für WMI-Überwachung an (Nagios 2012).

Die Recherche zeigte, dass viele Hersteller von IKT-Komponenten und Geräten, die im Serverraum zum Einsatz kommen, eigene Monitoringsysteme anbieten. Diese übernehmen die Überwachung der Geräte vorwiegend mit SNMP. Ein übergeordnetes EMS kann seine Daten sowohl aus den einzelnen Geräten als auch aus den Monitoringsystemen beziehen, da diese i.d.R. Schnittstellen anbieten.

Stand Monitoring der Gebäudetechnik

Die Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), die die Steuerung der einzelnen Geräte und Anlagen übernehmen, sind wiederum an einen Gebäudeleitreechner (GLT) angebunden, der die Informationen der einzelnen Anlagen zusammenführt. Dieser Rechner verfügt i.d.R. über viele Schnittstellen zu den eingesetzten Feldbussen (z.B. Profibus, ModBUS, BACNet, LON etc.), aber auch Schnittstellen zum IP-Bereich. Die Einrichtung der Anlagen und der Steuerung wird i.d.R. von Firmen der entsprechenden Gewerke (z.B. Kältetechnikspezialisten, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik-Spezialisten) übernommen (Merz u. a. 2007).

Trends im IKT-Monitoring

Das agentenbasierte Monitoring über SNMP weist einen entscheidenden Schwachpunkt auf: Es ist der Zugriff auf die zu überwachende Ressource nötig und es muss dauerhaft ein Agent installiert werden. Bei Komponenten, wie z.B. intelligenten Stromverteilern (engl. PDU, Power Distribution Units, deutsch: Intelligente Rack-Niederspannungsunterverteilung [R-NSUV]) ist dieser Zugriff unkritisch. Oft haben die RZ-Verantwortlichen allerdings keinen Zugriff auf die Betriebssysteme der zu überwachenden Geräte. Um in Zukunft auch ein Monitoring und ggf. eine Steuerung solcher Systeme zu ermöglichen, haben die Hersteller einen neuen Standard zum Monitoring bzw. Management von verteilten IKT-Systemen ausgehandelt. Dieser Standard heißt IPMI (Intelligent Platform Management Interface). Dieses System wird auf Hardwareebene

spezifiziert. I.d.R. besitzt ein System einen eigenen BMC (Baseboard Management Controller), der über eine eigene IP-Adresse und Stromversorgung funktioniert. Dieser BMC hat Zugriff auf Sensoren des zugehörigen Hauptsystems und kann somit Daten über den Zustand mit dem eigenen Netzwerkan-schluss kommunizieren, ohne dass in das System eingegriffen werden muss (Krenn 2012). Allerdings muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass damit die Anzahl der zu verwaltenden IP Adressen steigt. IPMI wurde bereits von einigen Herstellern implementiert. Das Monitoringsystem muss an die ange-schaffte Infrastruktur angepasst sein, so ist bspw. HP-ILO (HP Integrated Lights Out) für HP Systeme von besonderem Interesse.

Trends im Gebäudetechnik-Monitoring

Die historische Entwicklung der Gebäudetechnik und der zugehörigen Gebäu-deleittechnik bedingte die Entwicklung von sehr vielen und sehr unterschiedli-chen Feldbussen zur Anbindung der Anlagen und Geräte (Merz u. a. 2007).

In den letzten Jahren gibt es auch im Bereich der Gebäudetechnik die Bestre-bung, diese Entwicklung aufzubrechen und zu standardisieren. Hier sind vor allem LON und BACNet zu nennen. Dies sind offene, IP-basierende Protokolle, mit denen in Zukunft die Anlagen der Gebäudetechnik an die Gebäudeleittech-nik angebunden werden sollen. Aufgrund der langen Nutzungsdauer gebäude-technischer Anlagen, ist hier jedoch mit einer langen Übergangszeit (10-15 Jahre) zu rechnen (Merz u. a. 2007).

Monitoringlandschaft im RZ – Herausforderungen für ein übergeordnetes Energiemonitoring

Wie bereits erwähnt, müssen die Daten aus den einzelnen Geräten bzw. aus den einzelnen Monitoringsystemen in ein übergeordnetes Energiemonitoring-system aggregiert werden. Hervorzuheben ist, dass bei Umluftklimaschränken (ULK) und bei der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) bereits heute mit SNMP eine Schnittstelle mit der Gebäudetechnik existiert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Informationen über den Zustand der Klimatisierung und der Stromversorgung im Serverraum für die IT-Administration wichtige Größen hinsichtlich ihres Verfügbarkeitsmonitorings sind.

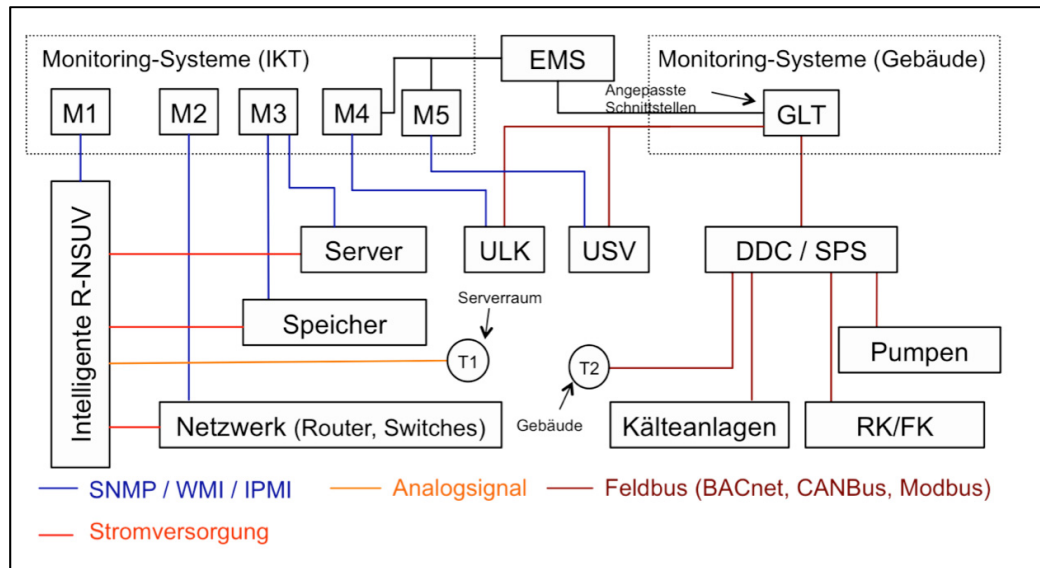


Abbildung 1: Monitoring-Landschaft im Rechenzentrum

2.3.2. Büroumgebung

Stand

In der Büroumgebung ist - vom Einsatz von ThinClients abgesehen - kein richtiges Monitoring etabliert. I.d.R. kommen dort keine zentralisierten Monitoringsysteme zum Einsatz. Oft werden auf den Systemen zur Fernwartung durch die IT (z.B. Bereitstellung neuer Software oder Problemlösungen bei HelpDesk-Anfragen) Tools installiert oder ein Remote-Zugriff ermöglicht (Books 2011).

Trends

Prinzipiell sind ähnliche Ansätze wie beim Monitoring im Rechenzentrum (IT) möglich. SNMP kann genutzt werden; aber auch die WMI-Schnittstelle. IPMI ist relativ aufwendig zu realisieren, daher ist fraglich, ob diese Technologie bei Low-Cost Geräten, wie Bürorechnern, zum Einsatz kommen wird.

Energiemonitoring wird nicht oft in der Büroumgebung (Spezialanwendungen wie Graphikbearbeitung ausgenommen) eingesetzt, da die meisten Büroanwendungen für keine nennenswerte Auslastung auf dem Zielsystem sorgen und somit der Energieverbrauch weitgehend konstant ist (Berl & de Meer 2011).

Energiemonitoring der Büroumgebung wird bspw. von Lösungen der Firma JouleX bereits umgesetzt. Dabei werden die Geräte über einen Verzeichnisdienst in das System eingebunden. Über WMI bzw. über ein Benutzerkonto bei Unix/Linux-Systemen (Kommunikation über SSH) werden relevante Daten abgerufen und in Energieverbräuche umgerechnet. Dabei verwendet JouleX

ein Rating-System zur Bewertung der Datenqualität (vgl. direkt bzw. indirekt bestimmte Energiebedarfe).

2.3.3. Netzwerkkumgebung

Die Netzwerkkumgebung besteht aus Switchen und Routern. Derzeit setzt sich IP-Telefonie am Markt durch, weshalb die Geräte in Zukunft auch den Telefonverkehr abwickeln werden.

Stand

Die Router und Switches der Netzwerkkumgebung werden derzeit häufig über SNMP überwacht. Dabei gibt es für gängige Modelle von Routern und Switches sowohl proprietäre Monitoring-Tools, wie z.B. Cisco Prime LAN Management Solutions, aber auch Open-Source-Lösungen, wie bspw. Nagios. Der Fokus liegt derzeit auf der Überwachung des Durchsatzes und der Einhaltung von Latenzzeiten, um bspw. SLAs einhalten zu können (Nagios 2012; Cisco 2012b).

Trends

Das Energiemanagement und das Energiemonitoring über die Netzwerkkumgebung werden zunehmend wichtiger. Über Netzwerke sind beispielsweise Informationen zum Status der Geräte abrufbar. Teilweise kann der Strombedarf von Endgeräten, die über PoE (Power over Ethernet) versorgt werden, direkt gemessen werden. Cisco hat hierzu das EnergyWise-Protokoll entwickelt, das sowohl ein Energiemonitoring als auch eine Steuerung (Zustände: An, Aus, Standby) von Netzwerkgeräten ermöglichen soll. Insbesondere im Management von IP-Telefonen ergeben sich hier interessante Möglichkeiten. JouleX hat bereits das Cisco EnergyWise-Protokoll implementiert. Da Cisco Marktführer im Bereich Netzwerk ist, kann erwartet werden, dass das EnergyWise-Protokoll in diesem Bereich zum Standard für Energiemonitoring wird.

2.4. Zusammenfassung der Standards für Energiemonitoring der IKT

Es existieren viele Systeme für das Monitoring von IKT-Komponenten und gebäudetechnischen Anlagen. Das Monitoring der IKT-Komponenten ist i.d.R. IP-basiert (WMI, SNMP). Obwohl SNMP ein offenes Protokoll ist, können ohne die MIB keine Daten ausgelesen werden. Der Trend zu agentenlosem Monito-

ring im IKT-Bereich ist klar erkennbar (IPMI, WMI). Im Bereich der Gebäudetechnik geht der Trend zu IP-basierten Feldbussen. Im Bereich der Netzwerkkumgebung werden durch das Cisco EnergyWise-Protokoll neue Möglichkeiten geschaffen.

3 Detailanalyse: Stärken- und Schwächenanalyse ausgewählter EMS

Bei der Detailerhebung von EMS wurde wegen der großen Anzahl von Systemen der Schwerpunkt auf die reinen EMS gelegt. Sollte kein reines EMS bei einem potenziellen GreenIT Cockpit Nutzer vorhanden sein, muss für den Einsatz des Cockpits auf die Daten der vorhandenen Monitoringsysteme zurückgegriffen werden. Daher werden auch Systeme zu Produkten von großen Anbietern (der zugehörigen Hardware-Systeme), die keine reinen EMS sind, berücksichtigt, da man diese mit großer Wahrscheinlichkeit bei einem potenziellen Nutzer des GreenIT Cockpits antreffen wird.

Kriteriendefinition und deren Quantifizierung

Zur Erstellung der Stärken- und Schwächenprofile der EMS werden aufgrund der weiter oben definierten Anforderungen Bewertungskriterien abgeleitet.

Dabei setzt die Stärken- und Schwächenanalyse den Schwerpunkt auf die Datenqualität und die Auswertung der Daten, da die EMS vorwiegend als Datenquellen für das zu entwickelnde GreenIT Cockpit eingesetzt werden sollen:

- Anbindungsmöglichkeiten:

Wie können die zu überwachenden IKT-Komponenten in das System eingebunden werden? Wie werden andere Daten (von Servern oder anderen IKT-Komponenten) eingebunden?

- Datenqualität der EMS:

Wie werden die Daten erhoben? Werden sie nur abgefragt oder können diese auch durch das System selbst (z.B. durch Messungen) ermittelt werden?

- Datenaufbereitung:

Wie können die Daten im System aufbereitet werden? Können Kennwerte gebildet werden?

- Exportmöglichkeiten:

Wie können die Daten in ein übergeordnetes Management-System, wie dem GreenIT Cockpit, übergeben werden? Einfacher Export über CSV bzw. XML? APIs oder direkt über das zugrundeliegende DBMS?

- Standardkonformität:

Wie hält sich das System an Standards, z.B. bei der Anbindung und dem Export der Daten?

Weitere Informationen zum System, wie z.B. Kostentransparenz, werden betrachtet, um möglichen Cockpit-Nutzern Hinweise für die Anschaffung eines EMS zu geben; falls ein solches System noch nicht vorhanden ist.

Die Methodik der Stärken- und Schwächenanalyse ist an (Kerth u. a. 2009) angelehnt. Für das Stärken- und Schwächenprofil werden Ausprägungen für die Kriterien definiert. Jedes Kriterium kann dabei eine der Ausprägungen {-2, -1, 0, 1, 2} annehmen. Die fünf Ausprägungen erlauben eine hinreichend große Abstufung und die übersichtliche Darstellung des Ergebnisses in einer Matrix mit Harvey-Bällen.

Tabelle 1 zeigt die Ausprägungen der Kriterien für die Stärken- und Schwächenanalyse:

Tabelle 1: Quantifizierung der Kriterien

Punkte	-2	-1	0	1	2
Einsatzgebiet	1	1,5	2	2,5	3
Anbindungsmöglichkeiten-IT	kein	1-2 Protokolle	3 Protokolle oder SNMP	4 Protokolle	ab 5 Protokolle
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	kein	1-2 Busse	3 Busse	4 Busse	ab 5 Busse
Kostentransparenz	völlig intransparent	sehr grobe Kostenschätzung (keine oder sehr große Obergrenze)	grobe Kostenschätzung (mit oberer Grenze)	Kostenstruktur auf mittlerer Datenerhebungsebene oder für Teile des Systems	Klare definierte kosten- und Rabattstruktur auf unterster Datenerhebungsebene (z.B. pro Rack/Server)
Datenqualität	fester Wert	Auslastung + mathematisches Modell	Gerät liefert Wert	Gerät misst	direkte ext. Messung
Messsensoren-Art	keine	1	2	3-4	ab 5

Messsensoren-Hersteller	keine	1	2	3-4	ab 5
Datenauswertung-KPI	keine	feste KPI	durch Hersteller änderbare KPI	selbständig änderbare KPI	frei aus allen Datenquellen definierbare KPI
Datenauswertung-Visualisierung	nur textuell	einfaches Diagramm	mehrere Diagrammtypen	mehrere Daten in ein Diagramm	Diagrammtyp und -eigenschaften ändern
Datenexport-Schnittstellen	keine	CSV, XML	Datenbankzugriff	API	anpassbare API
Datenexport-KPI	keine	feste KPI	durch Hersteller änderbare KPI	selbständig änderbare KPI	frei aus allen Datenquellen definierbare KPI
Datenexport-Zeitauflösung	Wochenmittel	Tagesmittel	Stundenmittel	Viertelstundenmittel	kleiner als Viertelstundenmittel möglich und wählbar

Bei den Kriterien gilt die Annahme, dass für ein Kriterium immer die höchstmögliche Punktzahl für ein System vergeben wird, wenn mehrere Ausprägungen möglich sind.

Auf den folgenden Seiten werden die ausgewählten Systeme kurz vorgestellt und die entsprechenden Bewertungen aufgezeigt. Es gilt zu beachten: Das Bewertungssystem ist lediglich als Vorschlag für Anwender zu verstehen. Die Darstellung erhebt wegen der Dynamik des Markts (sehr schnelle Änderungen an den Systemen) keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

3.1. Avocent (Data Center Planner)

Avocent stellt Lösungen rund um das Management von IKT her. Von Managementsoftware für Rechenzentren über intelligente Stromverteilleisten (PDUs) bis zur Software, die auf den Baseboardmanagement Controller zugreifen kann. Im Rahmen der Analyse ist der Data Center Planner relevant.

Tabelle 2: Bewertung von Avocent (Data Center Planner)

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Rechenzentrum, vorwiegend IT und Stromversorgung im Serverraum.	-1
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Anbindung über SNMP, verschiedene Intelligent Platform Management Interfaces (IPMI) wie bspw. HP-ILO und auch proprietäre Lösungen.	2
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Bei der Gebäudetechnik können out-of-the-box die Stromverteilung (PDUs) im Serverraum (von AVOCENT) eingebunden werden; IP fähige Geräte auch (ULK, USV).	-1
Kostentransparenz	Kostenstruktur erlaubt evtl. grobe Schätzung, aber eher intransparent.	-1
Datenqualität	Die Datenqualität kommt aus den Geräten, Sensoren müssen nicht Teil des Systems sein. Bei den Daten aus den Geräten ist zumindest teilweise sichergestellt, dass diese direkt gemessen wurden (IPMI).	1
Messsensoren-Art	Über Partner (nicht Teil von Avocent).	-2
Messsensoren-Hersteller	Nur ein Hersteller (Uptime Devices), der Sensoren in das System einbindet.	-2
Datenauswertung-KPI	KPIs können gebildet werden.	1
Datenauswertung-Visualisierung	Die Visualisierung erfolgt über Standard-Diagramme (Zeitreihen).	1
Datenexport-Schnittstellen	XML, CSV, XLS und API zum Datenexport vorhanden.	1
Datenexport-KPI	Die KPIs können exportiert werden.	1
Datenexport-Zeitauflösung	Es können Rohdaten und aggregierte Daten exportiert werden.	1

3.2. CA Technologies (CA ecoMeter, CA ecoDesktop und CA ecoGovernance)

CA ecoMeter ist ein Energiemonitoring für die IT und das Gebäude im RZ-Bereich. CA ecoDesktop für die Büroumgebung, CA ecoGovernance für Nachhaltigkeitsstrategien. ecoDesktop und ecoMeter arbeiten dabei eng zusammen.

**Tabelle 3: Bewertung von CA Technologies
(CA ecoMeter, CA ecoDesktop und CA ecoGovernance)**

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	RZ, Büro und Gebäude, jeweils IT und Gebäude.	2
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Kann SNMP für IT-Einbindung / eigener Agent auf Servern.	0
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Können u.a. BACNet, ModBUS, diverse proprietäre Lösungen (EMERSON, APC etc.).	2
Kostentransparenz	Keine, da individuell verhandelt (für Großkunden >2000 Mitarbeiter).	-2
Datenqualität	Lösung kann sowohl Daten von Sensoren (Partnerfirma einbinden), als auch Gerätedaten auslesen.	2
Messsensoren-Art	Sensoren der Firma Opto 22; bietet für alle Messaufgaben Sensoren an.	2
Messsensoren-Hersteller	Nur ein Partner (Firma Opto 22).	-1
Datenauswertung-KPI	Kennwerte können frei gebildet werden.	2
Datenauswertung-Visualisierung	Textuell und graphisch (Zeitreihe).	0
Datenexport-Schnittstellen	Vorhandene API, CSV und XML.	1
Datenexport-KPI	Die definierten KPIs können exportiert werden.	2
Datenexport-Zeitauflösung	Viertelstundendaten werden bereitgestellt.	1

3.3. deZem – Energiecontrolling

deZem ist ein Anbieter, der eine integrierte Lösung aus Hardware (Datensammler und Messtechnik) und Software zur Auswertung anbietet.

Der Datensammler kann an sehr viele Feldbusse aus dem Bereich Gebäudeautomation andocken. Stromverbrauchsmessungen im RZ werden seit mehreren Jahren durchgeführt. Büro- und Produktionsumgebungen werden ebenfalls überwacht.

Tabelle 4: Bewertung von deZem - Energiecontrolling

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Gute Anbindung an die Büroumgebung, RZ (Gebäude und SNMP), keine direkte Netzwerküberwachung.	1
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Anbindung aller SNMP-fähigen Komponenten.	0
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Anbindung aller gängigen Feldbusse.	2
Kostentransparenz	Preisstruktur wird offen gelegt, Rabatte sind möglich.	1
Datenqualität	deZem kann sowohl Gerätedaten auslesen als auch direkte Messungen durchführen.	2
Messsensoren-Art	Es können alle Arten von Messsensoren und Zählern eingebunden werden.	2
Messsensoren-Hersteller	deZem arbeitet mit bestimmtem Hersteller, wenn neues System aufgebaut wird, kann aber Sensoren aller Hersteller integrieren.	2
Datenauswertung-KPI	KPIs können völlig frei definiert werden (Bildung virtueller Zähler).	2
Datenauswertung-Visualisierung	Viele Darstellungsarten möglich (JavaScript-Bibliothek).	1
Datenexport-Schnittstellen	CSV, XML sind integriert. Eine API existiert noch nicht, soll aber entwickelt werden	-1
Datenexport-KPI	Die Aggregation der Exportdaten ist analog zur Datenauswertung (KPI).	2
Datenexport-Zeitauflösung	Die Zeitauflösung kann beliebig gewählt werden; deZem setzt wie andere Anbieter auf intelligente Datenkompression.	2

3.4. IBM Tivoli Monitoring for Energy Management

Die Monitoring Lösung von IBM arbeitet vor allem mit Produkten von APC, Emerson und Cisco zusammen. Der Einsatz von Tivoli Monitoring for Energy Management bietet sich gerade dann an, wenn andere Tivoli Lösungen bereits im Einsatz sind, wie bspw. das Tivoli Service Management.

Tabelle 5: Bewertung von IBM Tivoli Monitoring for Energy Management

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Verschiedene Einsatzgebiete sind möglich.	2
Anbindungsmöglichkeiten-IT	u.a. SNMP ist möglich / EnergyWise.	1
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Verschiedene Busse, auch proprietäre.	0
Kostentransparenz	Stark vom Szenario abhängig.	-2
Datenqualität	Greift via EnergyWise auf Cisco Router Messungen zurück.	1
Messsensoren-Art	Mehrere Sensorarten sind möglich (Druck, Temperatur, Feuchte).	0
Messsensoren-Hersteller	Wenige Hersteller, eher Auslesen aus Devices.	-1
Datenauswertung-KPI	Ändern von KPIs ist möglich.	1
Datenauswertung-Visualisierung	Verschiedene Diagrammtypen sind verfügbar; mehrere Daten in eine Darstellung unklar (0).	0
Datenexport-Schnittstellen	API, CSV existiert.	1
Datenexport-KPI	Mittlere Aggregation; in Grenzen veränderbare KPI können exportiert werden.	1
Datenexport-Zeitauflösung	Alle Viertelstunde.	1

3.5. IT-Backbone GmbH

Die IT-Backbone GmbH bietet Beratungsdienstleistungen um das Thema Energiemonitoring im IKT-Umfeld an. Dabei liegt der Fokus auf Rechenzentren. Die Firma stellt Beratungsdienstleistungen zur Verfügung. Als Energiemonitoringsystem dient dabei das Open Source-Tool CACTI. Die folgende Bewertung zeigt die konfigurierte Version von CACTI, die die IT-Backbone GmbH bei Ihren Kunden einrichtet.

Tabelle 6: Bewertung von CACTI

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Der Fokus liegt im Bereich RZ, die meisten Projekte wurden bisher im RZ umgesetzt. Dort sind IT und Gebäudetechnik angebunden werden.	1
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Alle SNMP-Varianten und alles, was in CACTI implementiert ist.	1
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Die Anbindung von Gebäudetechnik kann über IP-basierte Feldbusse erfolgen, ansonsten Anbindung über IP-fähige oder GLT möglich (nicht direkt).	-2
Kostentransparenz	Abhängig von den nötigen Anpassungen in CACTI.	-2
Datenqualität	Direkte Messungen über Janitza-Geräte oder Raritan PDU möglich.	1
Messsensoren-Art	Janitza und Raritan-Geräte, somit viele verschiedene Sensorarten.	2
Messsensoren-Hersteller	Bevorzugte Partner: Janitza und Raritan, Anbindung von anderen Herstellern möglich, aber eher nicht gewünscht.	0
Datenauswertung-KPI	Ein wesentlicher Bestandteil von CACTI ist RRDtool, das eine Skriptsammlung zur Datenauswertung darstellt; neben vielen Optionen ist die Anpassung an die Bedürfnisse des Kunden durch leichte Eingriffe in den Code möglich.	2
Datenauswertung-Visualisierung	S.o.	2
Datenexport-Schnittstellen	Standardexport-Format ist CSV; der Zugriff auf die zugrundeliegende Datenbank (MySQL) ist problemlos möglich.	1
Datenexport-KPI	Es können beliebige Operationen auf den Daten ausgeführt werden.	2
Datenexport-Zeitauflösung	Ist abhängig davon, wie lange angeforderter Zeitpunkt/Zeitraum zurück, da die Datenspeicherung von CACTI wie bei einem Ringspeicher funktioniert (alte Daten werden überschrieben); Tages- und Wochenmittel bleiben erhalten.	-2

3.6. JouleX Energy Manager

Der JouleX Energy Manager dient zur Abbildung des Energieverbrauchs von Rechnern und Endgeräten in der Büroumgebung. Als reines Software-Tool integriert es Bürorechner sowie Server und andere Geräte über die Windows Management Instrumentation (WMI), oder einen eigenen Benutzer auf dem Zielgerät (Unix/Linux Monitoring durch SSH-Zugang). Weiterhin wird das EnergyWise-Protokoll von Cisco zur Überwachung des Netzwerks und der eventuell vorhandenen IP-Telefonie unterstützt. Die Einbindung der Gebäudetechnik erfolgt über Partnerfirmen.

Tabelle 7: Bewertung von JouleX Energy Manager

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Büroumgebung, RZ (IT und Infrastruktur über Partnerfirmen) sowie Netzwerk (Kooperation mit Cisco EnergyWise).	2
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Die IT kann durch Scannen der Landschaft (EnergyWise-Protokoll, Verzeichnisdienste) erkannt werden; das Monitoring erfolgt bei Windows-Systemen über die Windows Management Instrumentation (WMI), bei Unix/Linux-Systeme wird ein Account angelegt und die Daten per SSH-Login abgerufen.	2
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Gebäudetechnik kann über IP-basierte Protokolle (SNMP) oder direkt über die Gebäudeleittechnik eingebunden werden; hierfür sind Partnerfirmen vorgesehen.	2
Kostentransparenz	JouleX weist mit 3-8 € pro Gerät und Jahr eine transparente Kostenstruktur auf.	2
Datenqualität	JouleX ist eine Software und misst keine Daten direkt; allerdings wird die Datenqualität in einem Bewertungssystem dargestellt.	1
Messsensoren-Art	Messsensoren sind nicht erforderlich, JouleX setzt sehr stark auf das Auslesen von Daten aus anderen Geräten.	-2
Messsensoren-Hersteller	Messsensoren sind nicht direkt für das System vorgesehen.	-2
Datenauswertung-KPI	Eigene KPIs können frei definiert werden.	2
Datenauswertung-Visualisierung	JouleX wird über einen Web Interface gesteuert; es verfügt über leistungsfähige und anpassbare Darstellungsoptionen, allerdings ist nicht alles frei wählbar.	1
Datenexport-Schnittstellen	Es existiert eine WebAPI, Exportmöglichkeiten in CSV, XML etc.	1
Datenexport-KPI	Die KPIs können teilweise exportiert werden.	1
Datenexport-Zeitauflösung	Der Export von Rohdaten (Viertelstundenwerte) ist nach Aussage von Herrn Prantl möglich, die Zeitauflösung von älteren Daten wird durch Kompression verringert (möglichst ohne Verlust von Genauigkeit). HINWEIS: Der dokumentierte Wert der API ist eine Stunde; Herr Prantl sagte im Interview, dass Viertelstundenwerte zu erhalten sind.	1

3.7. Nimsoft (Unified Manager, Nimsoft Monitoring)

Nimsoft bietet eine Reihe von Produkten zur Überwachung von IKT-Komponenten (unternehmensweit) an; Schwerpunkt ist das RZ (Server, Storage und Netzwerk). Über „Probes“, eine Art Apps für das System, können diverse Komponenten in das System integriert werden.

Tabelle 8: Bewertung von Nimsoft (Unified Manager, Nimsoft Monitoring)

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Nimsoft ist ein standortübergreifendes IT-Monitoringsystem für den Bereich Rechenzentrum; die netzwerkfähige Gebäudetechnik kann eingebunden werden.	-1
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Die Anbindung erfolgt über Mini-Anwendungen, sog. Probes; für die IT werden viele verschiedene Anbieter unterstützt.	2
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Die Gebäudetechnik kann entweder über die Gebäudeleittechnik angebunden werden oder IP-basiert (Netzwerk), wenn die Geräte dazu in der Lage sind.	-2
Kostentransparenz	Preis ist Funktion der Anzahl der zu überwachenden Geräte; es wurden keine klaren Angaben gemacht.	-2
Datenqualität	Das System kann über Probes Sensoren (Temperatur, Druck, Volumenstrom) einbinden.	1
Messsensoren-Art	Es sind eigentlich keine Sensoren vorgesehen; beim Kunden vorhandene können eingebunden werden.	1
Messsensoren-Hersteller	S.o.	2
Datenauswertung-KPI	KPIs können frei definiert werden; über die Entwicklung von Probes können eigene Reporting-Systeme eingeführt werden.	2
Datenauswertung-Visualisierung	Der Nutzer kann zwischen mehreren Diagrammen wählen und die entsprechenden Größen darstellen.	1
Datenexport-Schnittstellen	Die Schnittstellen können ggf. über Probes definiert werden; die gewünschten, allerdings steht die Struktur der Probes für den Datenexport fest.	1
Datenexport-KPI	Die selbst definierten KPIs können exportiert werden.	2
Datenexport-Zeitauflösung	Die Daten werden komprimiert, der Export erfolgt in Viertelstundenwerten.	1

3.8. Cob-Web (proRZ)

proRZ bietet ein Energiemanagement-Produkt, das auf eine umfassende Beteiligung des Kunden setzt. Zentrales Element ist das Cob-Web, eine Software zum Energiemonitoring. Cob-Web wurde aus EM Master entwickelt, einer Energiemonitoringsoftware, die bereits in Produktionsumgebungen eingesetzt wurde, weshalb eine problemlose Anbindung an SPS und Elemente der Gebäudetechnik möglich ist. In Zusammenarbeit proRZ entstand mit Cob-Web ein für Rechenzentren angepasstes Energiemonitoringsystem.

Tabelle 9: Bewertung des Cob-Web

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Eigentlich RZ-Produkt; andere	2
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Alle SNMP Varianten, manuelle Eingabe.	1
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Durch Einsatz in Produktionsumgebungen sehr viele Anbindungsmöglichkeiten von verschiedenen Feldbussen (BACNet, Lon, Modbus); Anbindung über Gateways.	2
Kostentransparenz	Stark vom Szenario abhängig; Preise auf Anfrage.	-2
Datenqualität	Sensoren sind nicht nötig, können aber eingebunden werden; im Prinzip hängt die Qualität von den eingebundenen Sensoren ab; Standard-Konformität der Sensoren.	2
Messsensoren-Art	Da auch SPS angebunden werden kann und viele IP-Devices, sind sehr viele verschiedene Sensorarten möglich; Gateways: alle Hersteller, Auswahl durch Kunden.	2
Messsensoren-Hersteller	Fast alle Hersteller, die Standard-Konformität beachten.	2
Datenauswertung-KPI	Ändern von KPIs ist möglich, allerdings keine komplexen Operationen.	1
Datenauswertung-Visualisierung	Verschiedene Diagrammtypen sind verfügbar, mehrere Daten in einem Diagramm darstellbar.	2
Datenexport-Schnittstellen	CSV und XML als Standard-Fall, keine API; bisher per Mail alle paar Stunden; Anpassungen möglich (wird besser, aber bisher nur 0).	0
Datenexport-KPI	Mittlere Aggregation; bisher nur einfache Operationen, aber keine komplexen Funktionen.	0
Datenexport-Zeitauflösung	Minutenwerte; Sekundendaten werden im Backend gespeichert, aber nicht im Frontend ausgegeben. Datenbank.	2

3.9. PRTG Netzwerk Monitor

Der PRTG Network Monitor war ursprünglich ein Tool zur Überwachung von Netzwerken in Unternehmen. Das Tool wurde zusätzlich im Bereich IT (Servermonitoring) für den Bereich Rechenzentrum erweitert.

Tabelle 10: Bewertung von PRTG Netzwerk Monitor

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Rechenzentrum und Netzwerk, da vorwiegend Auslastung: Verfügbarkeit, Bandbreite etc.	-1
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Standard SNMP-Anbindung, einige proprietäre Protokolle.	2
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Das Tool ist ein reines Netzwerk- bzw. IT-Monitoring-Tool; bestimmte Komponenten, die IP-basierte Protokolle sprechen (bestimmte USV), können via SNMP eingebunden werden.	-1
Kostentransparenz	Das Tool kann direkt über Onlineshop bestellt werden, Installation übernimmt der zuständige Administrator.	2
Datenqualität	Daten werden über die Geräte ausgelesen.	0
Messsensoren-Art	Es werden keine Sensoren standardmäßig verwendet.	-2
Messsensoren-Hersteller	S.o.	-2
Datenauswertung-KPI	Eigene Kennwerte können definiert werden, Operationen möglich.	1
Datenauswertung-Visualisierung	Auswertung als Text oder Graph möglich (Zeitreihendarstellung).	-1
Datenexport-Schnittstellen	Export als HTML, CSV oder XML möglich.	-1
Datenexport-KPI	Kennwerte können teilweise exportiert werden.	1
Datenexport-Zeitauflösung	Kompression: Die letzten Tage sehr genau, dann nimmt Genauigkeit ab (Datenhandling).	1

3.10. Raritan (Power IQ, DCTrack)

Raritan ist ein Hersteller von intelligenten Stromverteilbleisten (PDU). Die PDUs werden direkt in die Racks im Serverraum eingebaut. An sie werden die IKT-Komponenten angeschlossen. Die PDUs messen dabei den Strombedarf der angeschlossenen Geräte. Es wird zwischen Leisten unterschieden, die den gesamten Bedarf aller angeschlossenen Geräte inklusive dem Eigenbedarf messen (Summe) und denen, die den Bedarf jedes einzelnen Anschlusses ausgeben. Raritan bietet zwei relevante Produkte an: Power IQ und DCTrack.

3.10.1. Power IQ

Power IQ ist eine Energiemanagement-Software, mit der die Infrastruktur und der Stromverbrauch der Komponenten im Rechenzentrum überwacht werden können. Es handelt sich dabei nicht um eine Monitoring-Software für IKT-Komponenten, wie bspw. NAGIOS. Power IQ ist kostenlos mit den PDUs erhältlich; ab fünf PDUs muss eine Lizenz erworben werden.

Tabelle 11: Bewertung von Raritan (Power IQ)

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Rechenzentrum (Infrastruktur, Stromverbrauch, USV, Kühlsystem).	-1
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Die IT kann über SNMP in Power IQ eingebunden werden.	0
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	USV, und ULK können über IP-basierte Technik eingebunden werden (Power IQ läuft auf virtueller Maschine; abhängig von Schnittstellen des Servers!).	-1
Kostentransparenz	PowerIQ bis zu 5 Racks (PDUs) kostenlos, danach fallen Kosten von ca. 200-250 € an; die jährlichen Folgekosten belaufen sich auf ca. 10-18% der Anschaffungskosten (transparente Preisstruktur).	1
Datenqualität	Power IQ misst direkt (Stromverbrauch, Temperatur und Feuchte), kann aber auch per SNMP Gerätedaten auslesen.	2
Messsensoren-Art	Alle Sensoren mit analoger Schnittstelle können an Raritan PDUs angeschlossen werden: i.d.R. sind dies Temperatursensoren, Feuchtigkeitssensoren und Drucksensoren.	1
Messsensoren-Hersteller	Es können alle Messsensoren mit standardisierter Schnittstelle (Analogsignal, Industriestandard) eingesetzt werden.	2
Datenauswertung-KPI	KPIs können manuell gebildet werden, richtige virtuelle Zähler bisher nicht bei PowerIQ.	-2
Datenauswertung-Visualisierung	Zeitreihen und Diagramme möglich, Dashboard kann individuell angepasst werden.	2

Datenexport-Schnittstellen	SNMP, WebAPI sind vorhanden und können genutzt werden.	1
Datenexport-KPI	Export der KPIs teilweise möglich.	1
Datenexport-Zeitauflösung	Es können Rohdaten abgerufen werden.	2

3.10.2. DCTrack

DCTrack ist eine Rechenzentrums-Infrastruktur Management Lösung, mit der Rechenzentren hinsichtlich des Energieverbrauchs überwacht und geplant werden können. DC Track ist in der Lage, regionale (im Serverraum) Engpässe bspw. bei der Stromversorgung zu erkennen (Planung), dies gilt auch für die prognostizierte Entwicklung (bspw. durch Vergangenheitswerte).

Der Funktionsumfang bzgl. des Energiemonitorings ist Power IQ ähnlich. Der Unterschied besteht im Wesentlichen darin, dass mehrere Standorte verwaltet werden können. Damit werden Engpässe frühzeitig aufgedeckt und es kann gesteuert werden.

Tabelle 12: Bewertung von Raritan (DCTrack)

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Rechenzentrum mit Infrastruktur. Schwerpunkt auf Stromversorgung.	-1
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Einbindung wie in Power IQ.	0
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Analog zu Power IQ.	-1
Kostentransparenz	DC Track ist Planungssoftware, die standortübergreifend arbeitet; es sind individuelle Absprachen möglich (wenig transparent).	-1
Datenqualität	DC Track kann wie Power IQ direkt messen (Stromverbrauch, Temperatur und Feuchte), kann aber auch per SNMP und anderer Schnittstellen Gerätedaten auslesen.	2
Messsensoren-Art	Alle Sensoren mit analoger Schnittstelle können an Raritan PDUs angeschlossen werden: i.d.R. sind dies Temperatursensoren, Feuchtigkeitssensoren und Drucksensoren.	1
Messsensoren-Hersteller	Es können alle Messsensoren mit standardisierter Schnittstelle (Analogsignal, Industriestandard) eingesetzt werden.	2
Datenauswertung-KPI	KPIs können manuell gebildet werden, virtuelle Zähler können in Grenzen definiert werden.	1
Datenauswertung-Visualisierung	Zeitreihen und Diagramme möglich, Dashboard kann individuell angepasst werden.	2
Datenexport-Schnittstellen	SNMP, WebAPI sind vorhanden und können genutzt (analog zu Power IQ).	1
Datenexport-KPI	KPIs können vollständig exportiert werden.	2
Datenexport-Zeitauflösung	Es können Rohdaten abgerufen werden.	2

3.11. Rittal (RiZone)

RiZone ist eine Lösung zum Management von Rechenzentren. RiZone ist gut entwickelt im Bereich der Gebäudetechnik, da RiZone auf Rittals Computer Multi Control Monitoringsystem basiert (CMC, besteht aus Datensammler und Sensoren, wird u.a. im Industriebereich eingesetzt). Über SCOM (System Center Operations Manager, Microsoft-Produkt zur Serverüberwachung) bzw. SNMP können Alarme und Statusmeldungen der IT integriert werden. Rittal intensivierte die Arbeiten zur Unterstützung von immer mehr Produkten anderer Hersteller (Interoperabilität).

Tabelle 13: Bewertung von Rittal (RiZone)

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	RZ mit IT und Infrastruktur.	-1
Anbindungsmöglichkeiten-IT	Alarme und Meldungen bzw. Daten aus der IT können mit SNMP oder SCOM (Microsoft) in das System integriert werden.	1
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Die Gebäudetechnik kann über CMC integriert werden; als Protokoll wird BACNet eingesetzt; Integration anderer Protokolle ist über MSR-Partner möglich.	1
Kostentransparenz	Preismodell ist auf Webseite verfügbar.	2
Datenqualität	RiZone kann Daten auslesen (IT, SNMP, BACNet) oder direkt Messen (Datensammler des CMC-Systems).	2
Messsensoren-Art	Alle typischen Sensoren (Temperatursensoren, Drucksensoren, Volumenströme), aber auch Sensoren von bspw. Zutrittskontrollsystemen können in RiZone integriert werden.	2
Messsensoren-Hersteller	Messsensoren sind nicht nötig, können aber über CMC-Datensammler eingebunden werden; Sensoren anderer Hersteller können an den Datensammler angebunden werden.	2
Datenauswertung-KPI	KPIs können völlig frei definiert werden (s. Anleitung RiZone).	2
Datenauswertung-Visualisierung	Die Darstellung erfolgt textuell, durch Verlauf, Torte- oder Balkendiagramm (s. Anleitung).	1
Datenexport-Schnittstellen	Datenexport als CSV möglich, SNMP Schnittstelle für übergeordnetes Managementsystem vorhanden.	1
Datenexport-KPI	Die definierten KPIs können vollständig exportiert werden.	2
Datenexport-Zeitauflösung	Der Zugriff ist auf Daten beliebiger Auflösung möglich.	2

3.12. Speedikon DAMS (Data Center Asset Management Solutions)

Speedikon DAMS liefert eine Software zur Optimierung der Rechenzentrumsplanung sowie der Auslastung von IT-Komponenten (Server, Storage, Netzwerke) sowie der Infrastruktur (USV, Kühlung etc). Berichte geben Grafiken sowie Leistungskennzahlen, die als Basis für Optimierungsentscheidungen dienen können.

Speedikon FM hat ein Schwesterunternehmen (WiriTec), das auf Messtechnik spezialisiert ist. Der Datensammler (WiriBox) kann Sensordaten, Zählerstände etc. erfassen und in das Speedikon FM integrieren. Da die beiden Firmen derselben Gruppe angehören, werden die WiriBox und DAMS als integrierte Lösung, d.h. als ein System, interpretiert.

Tabelle 14: Bewertung von Speedikon DAMS (Data Center Asset Management Solutions)

Kriterien	Begründung	Bewertung
Einsatzgebiet	Rechenzentrum (IT + Infrastruktur)	-2
Anbindungsmöglichkeiten-IT	SNMP und einige proprietäre Lösungen von Herstellern.	1
Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Durch die WiriBox können alle wichtigen Protokolle aus der Gebäudetechnik eingebunden werden.	2
Kostentransparenz	Allgemeine Lizenzkosten, zzgl. Anschaffungskosten für die WiriBox, Folgekosten; individuell Preise möglich; komplizierte Preisstruktur, mit der Kosten nur sehr grob geschätzt werden können.	-1
Datenqualität	Es können Daten aus Geräten ausgelesen werden, aber auch direkte Messungen über die WiriBox (Datensammler) erfolgen.	2
Messsensoren-Art	Es können Zählerstände und Stromverbräuche erfasst werden.	-1
Messsensoren-Hersteller	Sensoren selbst von Drittanbieter, Datensammler (WiriBox) eigenes Produkt; es können allerdings alle Sensoren aller Hersteller integriert werden.	2
Datenauswertung-KPI	KPIs können vollständig selbst definiert (virtuelle Zähler etc.).	2
Datenauswertung-Visualisierung	Leistungsfähige Visualisierung, diverse anpassbare Diagrammarten, in die mehrere Daten integriert werden können.	2
Datenexport-Schnittstellen	XML, CSV, WebAPIs, SNMP; nicht vollständig anpassbar.	1
Datenexport-KPI	Die definierten KPIs können exportiert werden.	2
Datenexport-Zeitauflösung	Es können sowohl Rohdaten als auch bearbeitete Daten exportiert werden.	2

4 Bewertungsübersicht

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis der Stärken- und Schwächenanalyse für die EMS.

Tabelle 15:Referenz für die Bewertung

Referenz	
0%	
25%	
50%	
75%	
100%	

	Einsatzgebiet	Anbindungsmöglichkeiten-IT	Anbindungsmöglichkeiten-Gebäude	Kostentransparenz	Datenqualität	Messensoren-Art	Messensoren-Hersteller	Datenauswertung-KPI	Datenauswertung-Visualisierung	Datenexport-Schnittstellen	Datenexport-KPI	Datenexport-Zeitauflösung
Avocent												
CA Tech.												
deZem												
IBM												
IT-Backbone												
JouleX												
Nimsoft												
Cob-Web (proRZ)												
Paessler PRTG												
Raritan - Power IQ												
Raritan - DC Track												
RiZone (Rittal)												
Speedikon DAMS												

Abbildung 2: Ergebnisse der Stärken- und Schwächenanalyse der EMS im Überblick

In den Experten-Interviews wurde, ebenso wie in der Vorrecherche, deutlich, dass keines der Systeme die für das GreenIT Cockpit geplante geschäftsprozessorientierte Darstellung von IKT-Energieverbräuchen leisten kann.

Weiterhin wurde deutlich, dass mit entsprechend großem Aufwand aus vielen Systemen fast alle beliebigen Daten erhalten werden können. I.d.R. gilt, dass die Qualität der Daten stärker von dem beim Nutzer lokal umgesetzten Messkonzept abhängt als von der Art des Systems.

Von entscheidender Bedeutung für das zu entwickelnde Cockpit sind die Datenexportmöglichkeiten der EMS. Hier stellt sich die Frage, wie genau die Datenauflösung vorliegen soll. Zur Bestimmung der Energiebedarfe reicht ein

täglicher Datentransfer ins Cockpit, sollen noch genauere Informationen mit Hilfe des Cockpits ausgewertet werden, wie z.B. die Effizienz eingesetzter IKT-Ressourcen, könnte eine größere Granularität der Daten erforderlich sein (z.B. stündlicher Datenexport). Alle Systeme können den täglichen Datentransfer leisten. Um einen häufigeren Datentransfer durchführen zu können, sind leistungsfähige APIs nötig. Einige Systeme verfügen bereits über solche APIs (z.B. JouleX), außerdem streben viele Anbieter die Entwicklung von APIs an.

Bei der Untersuchung lagen für drei Systeme (deZem, JouleX und Cob-Web) Test-Zugänge vor, die eine intensive Untersuchung ermöglichten. Die Testzugänge legten offen, dass es teilweise kleinere Abweichungen im Funktionsumfang im Vergleich zu den Herstellerangaben gibt. Daher sollte vor Anschaffung eines Systems intensiv getestet werden, ob das jeweilige System die gestellten Anforderungen erfüllt.

5 Workshops

Es wurde jeweils ein Workshop beim Umweltbundesamt und bei der Axel Springer AG durchgeführt, in welchen jeweils die Möglichkeiten der Datenanbindung und Integration verschiedener Systeme erläutert wurde.

6 Ergebnisse für das Projekt

Die Daten für das zu entwickelnde GreenIT Cockpit können aus einem übergeordneten EMS erhalten werden. Dabei hängt die Datenqualität sehr stark vom lokal umgesetzten Messkonzept ab. Die Systeme haben unterschiedliche Stärken und Schwächen. Bei der Auswahl sollte insbesondere auf lokale Aspekte wie z.B. der Systemintegration von vorhandenen Komponenten und Anlagen geachtet werden.

Neben den reinen, übergeordneten Energiemonitoringsystemen (Querschnittssystemen) existieren noch Spezialsysteme zum Überwachen einzelner Komponenten und Anlagen. Sollte der potenzielle Nutzer über kein EMS verfügen, müssen die Daten aus den einzelnen Monitoringsystemen der entsprechenden Hersteller oder aus den Geräten direkt ausgelesen bzw. direkt gemessen werden.

Eine Spezifizierung der Schnittstellen sowohl für die EMS als auch für die Einzelsysteme ist aufgrund des großen Angebots an Lösungen nicht möglich.

I.d.R. werden XML und CSV als Schnittstelle angeboten. Oft existieren auch spezielle APIs, über die das Cockpit auf die Daten zugreifen kann. Bei SNMP muss die jeweilige MIB bekannt sein, um die Daten auslesen zu können.

Die Nutzung von HP-ILO und EnergyWise für Energieverbrauchsdaten bzw. Auslastungen durch Prozesse (Nutzen) werden im weiteren Projektverlauf eruiert. Weiterhin können Daten von EMS, wie sie im vorliegenden Bericht vorgestellt wurden, für das Cockpit eingesetzt werden.

Literaturverzeichnis

- Berl, A. & de Meer, H., 2011. An energy consumption model for virtualized office environments. *Future Generation Computer Systems*, 27(8), S.1047–1055.
- Books, H., 2011. *Articles on Remote Desktop, Including: Citrix Systems, Independent Computing Architecture, Technical Support, Remote Desktop Protocol, Citrix Xenapp*, Hephaestus Books.
- Cisco, 2012a. Cisco EnergyWise Technology. Cisco. Available at: <http://www.cisco.com/en/US/products/ps10195/index.html> [Zugegriffen Juni 11, 2012].
- Cisco, 2012b. Cisco Prime LAN Management Solution - Products & Services. Cisco. Available at: <http://www.cisco.com/en/US/products/ps11200/index.html> [Zugegriffen Juni 11, 2012].
- Kerth, K., Asum, H. & Stich, V., 2009. *Die besten Strategietools der Praxis*, Hanser.
- Krenn, T., 2012. IPMI Grundlagen – Wiki Thomas-Krenn.AG. Available at: http://www.thomas-krenn.com/de/wiki/IPMI_Grundlagen [Zugegriffen April 20, 2012].
- Merz, H., Hansemann, T. & Hübner, C., 2007. *Gebäudeautomation: Kommunikationssysteme mit EIB/KNX, LON und BACnet* 1. Aufl., Carl Hanser Verlag GmbH & CO. KG.
- Microsoft, 2012. Windows Management Instrumentation. Available at: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa394582\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa394582(v=vs.85).aspx) [Zugegriffen Juni 11, 2012].
- Nagios, 2012. Nagios - The Industry Standard In IT Infrastructure Monitoring And Alerting. Available at: <http://www.nagios.com/> [Zugegriffen Juni 11, 2012].
- Schaefer, M. u. a., 2008. *Konzeptstudie zur Energie- und Ressourceneffizienz im Betrieb von Rechenzentren*,
- Stallings, W., 1999. *SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2* 3. Aufl., Addison-Wesley Professional.
- Stanley, J. & Koomey, J., 2009. *The science of measurement: Improving Data Center Performance with Continuous Monitoring and Measurement of Site Infrastructure results on scirus.com, for scientific information*,

Stobbe, L. u. a., 2009. *Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft*, Berlin: Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration.

**Bisher erschienene Bände der Schriftenreihe
Projektberichte IKM**

Band 01

Labes, Stine

Grundlagen des Cloud Computing – Konzept und Bewertung von Cloud Computing

ISBN (online) 978-3-7983-2478-7

ISSN 2196-3606

Published online 2012