Konzeption einer Community Cloud für eine ressourceneffiziente IT-Leistungserstellung

Jonas Repschläger, Koray Erek, Marc Wilkens, Danny Pannicke, Rüdiger Zarnekow

Lehrstuhl für Informations- und Kommunikationsmanagement
Technische Universität Berlin
Sekr. H 93, Straße des 17. Juni 135, D-10623 Berlin
jonas.repschlaeger@ikm.tu-berlin.de
koray.erek@ikm.tu-berlin.de
marc.schaefer@tu-berlin.de
danny.pannicke@ikm.tu-berlin.de
ruediger.zarnekow@ikm.tu-berlin.de

Abstract: In den letzten Jahren sind sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene eine Vielzahl von Forschungsansätzen rund um das Thema Energieverbrauch und Energieeffizienz von Rechenzentren entstanden. Dabei konzentrieren sich die Bemühungen zunehmend auf eine optimierte Energiebeschaffung und ein rechenzentrumsübergreifendes Lastmanagement. So wurde in verschiedenen Simulationsstudien das Potenzial von Lastmanagement für die Energieeffizienz und die Kostenreduktion der Energiebeschaffung abgeschätzt. Bisher fehlt es jedoch sowohl an einer prototypischen Umsetzung als auch an einer interdisziplinären Herangehensweise. Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, unter Zuhilfenahme der Potenziale des Cloud Computing, ein praktisches Konzept für die rechenzentrumsübergreifende Energieoptimierung zu entwickeln, um die steigende Nachfrage an IT-Rechenleistungen ressourceneffizient bedienen zu können, und somit einen wissenschaftlichen Beitrag zur ressourceneffizienten IT-Leistungserstellung im Rahmen einer Green IT zu leisten. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie initiierten Förderprogramms „IT2Green“ wird mit dem Projekt „Government Green Cloud Labor“ die prototypische Umsetzung durch ein interdisziplinäres Konsortium der Fachrichtungen (Wirtschafts-)Informatik, Energietechnik und Energiewirtschaft gewährleistet. In dem Vorhaben soll mit Hilfe einer Community Cloud ein nachhaltiger RZ-Betrieb in der praktischen Umsetzung eines Cloud Labors nachgewiesen werden.

erschienen im Tagungsband der INFORMATIK 2011
Lecture Notes in Informatics, Band P192
ISBN 978-3-88579-286-4
weitere Artikel online:
http://informatik2011.de/519.html

1 Einleitung

Die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ist ein wesentlicher Energiekonsument. Infolgedessen gewinnen Fragen der ressourceneffizienten IT-Leistungserstellung im Zusammenhang mit einer „grünen“ IKT deutlich mehr an Bedeutung als noch vor einigen Jahren. Dabei entsteht der Bedarf hierzu nicht nur aus umwelttechnischen Aspekten. Auch die ökonomische Notwendigkeit zur Effizienzsteigerung aufgrund steigender Energie- und Rohstoffpreise haben Umweltthemen nun auch stärker in das Blickfeld der IKT-Branche gestellt und deuten auf einen Wandel hin [EZ08]. Das stetig steigende Energiebewusstsein der Endanwender von IT-Dienstleistungen und der damit verbundene Kosten- und Umweltverträglichkeitsdruck für die Anbieter von IT-Dienstleistungen sind derzeit die wesentlichen Treiber für Green IT und Cloud Computing. Forschung und Praxis haben sich daher in den letzten Jahren verstärkt mit der Optimierung der Energieeffizienz im Betrieb von Rechenzentren (RZ) beschäftigt [Fi08; Ie09; Pu09]. Am 13.11.2009 hat der Rat der IT-Beauftragten mit dem Integrierten Energie- und Klimaprogramm die Green IT-Ziele beschlossen. Demnach soll der IT-Energieverbrauch im öffentlichen Sektor um 40% reduziert werden – bezogen auf das Jahr mit dem höchsten Verbrauch vor 2009 bis zum Jahr 2013.

RZ sind typischerweise für Spitzenlasten ausgelegt und halten eine große Anzahl an Kapazitäten vor, um gelegentliche Nachfrage-Spitzen bedienen zu können [Ra07]. Aufgrund der schwankenden Nachfrage bzw. Auslastung der Dienste sind die einzelnen RZ trotz eines gleichbleibend hohen Energiebedarfes häufig nicht voll ausgelastet. In diesem Zusammenhang stellen der Energiebedarf für den IT-Betrieb und der notwendige Datenaustausch zwischen den RZ einen entscheidenden Einflussfaktor dar. Aufgrund des hohen Strombedarfs im RZ entsteht das Bedürfnis, die IKT-Nutzung energieeffizienter zu gestalten und den Stromverbauch zu senken. Dementsprechend werden IT-Dienstleistungen zunehmend von den Entwicklungen der Energiemärkte beeinflusst [Kl07a; Ne09]. Die Preise auf den Strommärkten werden somit über kurz oder lang direkte Auswirkungen auf die Preisbildungsprozesse der rechenzentrumsnahen IT-Dienstleistungen haben. Aktuelle Untersuchungen deuten darauf hin, dass durch die Ausnutzung zeitlicher sowie regionaler Unterschiede in den Strompreisen signifikantes Potenzial zur Kostensenkung im Betrieb von RZ besteht [Le08; Qu08; Le09; Ra10].

Bislang stellen IT-Dienstleister ihre ungenutzte Rechenleistung ausschließlich isoliert zur Verfügung bzw. haben lediglich Zugriff auf ihre eigenen Ressourcen. Damit sind noch immer technische und wirtschaftliche Reservekapazitäten ungenutzt. Mit dem Cloud Computing können die freien Kapazitäten einzelner RZ in übergreifende Anwenderstrukturen (Community Cloud) eingebunden werden und so ein zentraler Ressourcen-Pool erzeugt werden, der u. a. höhere Auslastungsgrade aufweist. Dadurch kann die steigende Nachfrage an IT-Rechenleistungen ressourcenschonend bedient bzw. eine systemweite Energieoptimierung bei der Nutzung von IKT-Infrastrukturen erreicht werden. Der Energieverbrauch von RZ in einer Cloud könnte so durch eine konsequent höhere Ressourcenauslastung zu einer verbesserten Gesamt-Energiebilanz führen. Vor diesem Hintergrund werden im Rahmen dieses Artikels folgende zentrale Forschungsfragen definiert:

- Welchen wissenschaftlichen Beitrag leistet das Konzept des Cloud Computing zur Erhöhung der Energieeffizienz im RZ?
- Wie sähe ein idealtypisches Konzept zur Umsetzung einer nachhaltigen Community Cloud zwischen mehreren RZ-Betreibern aus und wie kann dieses prototypisch umgesetzt werden?

Um die aufgeführten Forschungsfragen zu adressieren wird zunächst in Kapitel 2 der Forschungstand (State-of-the-art) dargelegt. In Kapitel 3 wird auf Basis dessen ein Konzept für einen Zusammenschluss mehrerer RZ-Betreiber im Rahmen einer Cloud vorgestellt. Dieses Konzept wird in Form eines konkreten Anwendungsszenarios zur prototypischen Umsetzung näher beschrieben und mit möglichen Implikationen abgeschlossen.

2 Stand der Forschung

2.1 Nachhaltigkeitsorientierung im Rechenzentrum

Bis vor kurzem standen für RZ die Steigerung der Leistungsfähigkeit zusammen mit der Verfügbarkeit der IKT-Services im Mittelpunkt der Forschung und Entwicklung. So lag auch der Schwerpunkt der Forschung bis 2007 bei den Herstellern und hier insbesondere in den USA [Lb06; Ko05; Gr08]. Infolge der aktuellen Diskussionen um die Klimaproblematik und v. a. mit den steigenden Energiepreisen haben sich Wissenschaft und Anwender im Rahmen verschiedener Studien und Projekte zunehmend mit den technischen Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz im Betrieb von RZ beschäftigt [z. B. Ra07; Fi08; Iz09; Pu09]. Dabei stehen derzeit die Bemühungen zur Optimierung von einzelnen RZ-Komponenten (z. B. energieeffiziente Server, Wirkungsgrad USV, drehzahlgeregelte Lüfter) im Mittelpunkt. Mit Leitfäden zur Verbesserung der Energieeffizienz der IKT [Bi08; De09; Bu10] und der Studie zum Materialbestand der Rechenzentren [Hi10] wurden weitere wichtige Forschungsgebiete definiert.

Ergänzend dazu konnten bereits nationale und internationale Ansätze zur Zertifizierung energieeffizienter Rechenzentren etabliert [Ie09; Tü09; Bl10b], Best Practices [Ie09; Fi09] identifiziert und Benchmarks [Lb06; Ec08; Sp08; Bu10] umgesetzt werden.

ISBN 978-3-88579-286-4

Es zeigt sich jedoch, dass die isolierte Betrachtung einzelner Verbraucher oder Bereiche eines RZ nicht ausreicht, um die teilweise beachtlichen Einsparpotenziale - bis zu 45% [Ne09] - vollständig zu erschließen. Bestehende Lösungen betrachten oft nur einen Teil der notwendigen Daten, wodurch die getroffenen Entscheidungen in Bezug auf das gesamte RZ häufig ungünstig sind. Der aktuelle Trend einer zunehmenden Virtualisierung von Servern in RZ und die ersten Vernetzungen zwischen einzelnen RZ zeigen die Notwendigkeit, das Gesamtsystem des RZ neu und interdisziplinär zu betrachten [Pu09]. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2009 im Auftrag des BMWi eine Studie zum Potenzial von RZ-internem und RZ-übergreifendem Lastmanagement zur Reduzierung des Energieverbrauches durchgeführt [Ne09]. Ferner haben verschiedene Anwender diese Problematik erkannt: z. B. Intel und T-Systems (DataCenter2020); HP mit dem „Next Generation Data Center“ und Microsoft mit dem „System Center“ zur Verwaltung virtueller Server. Damit sind heute bereits die wichtigsten technischen Voraussetzungen für ein internes Lastmanagement in RZ gegeben.

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Integration erneuerbarer Energien in die Energieversorgung werden die Potenziale von Lastmanagement für viele Verbrauchergruppen (Industrie, Haushalte, etc.) bereits intensiv untersucht [Kl07b; St05]. Im Bereich der RZ stehen diese Forschungen und insbesondere die Anwendung (z. B. in Form eines RZ-übergreifenden Lastmanagements, welches die IT-Last zwischen RZ an verschiedenen Standorten verschieben kann) allerdings noch am Anfang. Der optimalen Auslastung und einem energieeffizienten und -optimierten IT-Betrieb wurde bisher nur wenig Beachtung geschenkt [Fr09]. Die Auslegung der IT-Kapazität in einem RZ erfolgt derzeit immer auf die maximal zu erwartende Nachfrage an IT-Leistung, so dass ständig Überkapazitäten in den einzelnen RZ bereitgestellt werden müssen. Dementsprechend ist heute die reale Auslastung der kostenintensiven Server-, Speicher- und Netzwerktechnik in Rechenzentren (ca. 30%) im Jahresmittel noch sehr gering [Bi08].

Die technischen Möglichkeiten in RZ für einen effizienteren und ressourcenschonenden Einsatz der IT-Kapazitäten sind durch die geringe Skalierbarkeit der IT-Hardware und Gebäudetechnik noch deutlich eingeschränkt. Ob sich durch ein intelligentes Lastmanagement im Cloud Verbund der Energieverbrauch von RZ tatsächlich reduzieren lässt, hängt u. a. davon ab, ob es gelingt cloudfähige Applikationen anzubieten, die in einer verteilten Struktur (skalierbar und dynamisch) eingebunden werden können.

2.2 Cloud Computing

Das Cloud Computing setzt auf unterschiedliche Entwicklungen der letzten Jahre auf. Eine Technologie, die in diesem Rahmen eine wichtige Rolle spielt ist die Virtualisierung. Diese erlaubt es, Ressourcen einzelner Computer zusammenzufassen oder aufzuteilen und dadurch höhere Auslastungsgrade zu realisieren bzw. Ressourcen skalierbar zu nutzen. Durch eine Entkopplung von Hardware und Software können virtuelle Ressourcen unabhängig vom physikalischen Standort und von der Gerätehardware beliebig variiert und dem Kunden nach Bedarf angeboten werden. Dadurch gewinnt der Betrieb eines RZ an Flexibilität. Die Gesamtkapazität der Hardware innerhalb eines RZ ist aber weiterhin limitiert. Damit sind die Skalierbarkeiten nach oben immer noch begrenzt und ausreichende Überkapazitäten für unerwartete Lastspitzen weiter notwendig. Demzufolge löst die Virtualisierung nicht das Problem der Überkapazitäten, schafft dafür höhere Auslastungsgrade pro Server.

Das Cloud Computing stellt eine Ansammlung von Diensten, Anwendungen oder IT-Ressourcen dar, die dem Nutzer flexibel und skalierbar über das Internet angeboten werden, ohne eine langfristige Kapitalbindung und IT-spezifisches Know-how vorauszusetzen. Die Angebote im Cloud Computing lassen sich nach vier wesentlichen Merkmalen differenzieren [GM09; Bi10]. Zum einen existiert die Variante einer geschützten Cloud, die nur von einem einzelnen Unternehmen („Private Cloud“) nutzbar ist. Die Ressourcen und Applikationen befinden sich bei dieser Variante in einem firmeneigenen RZ oder in einem RZ eines Dienstleisters mit dediziertem Zugang. Zum anderen können Cloud Computing Angebote als öffentlich zugängliche IT-Ressourcen-Pools („Public Cloud“) gestaltet werden. Hierbei befinden sich die genutzten Daten und Dienste in der Obhut des Cloud Anbieters. Drittens sind auch Mischformen („Hybrid Cloud“) denkbar, die Private und Public Cloud Architekturen bedarfsgerecht kombinieren. Die vierte Ausprägung bilden „Community Clouds“. Bei diesen handelt es sich entweder um einen Zusammenschluss von mehreren Anbietern („Provider Community Cloud“) oder um eine Cloud Infrastruktur, die von einer bestimmten Abnehmergruppe (bspw. Branchen oder Verbände) gemeinsam genutzt wird („Customer Community Cloud“).

Die Auswirkungen von Cloud Computing auf die Server- und Netzinfrastruktur, insbesondere auf deren optimale Auslastung, sind weitestgehend unerforscht [Fr09]. Im Zusammenhang mit dem Cloud Computing entsteht derzeit ein Paradigmenwechsel, der eine Verlagerung von hochgradig verteilten IT-Ressourcen hin zu zentral betriebenen RZ beschreibt [Fr09]. Damit wird einerseits der Betrieb sowie die Steuerung der IT-Ressourcen wieder zentralisiert stattfinden. Andererseits werden weiterhin dezentral Endgeräte mobiler Natur, wie Smartphones, Netbooks oder stationär betriebene Thin Clients, Dienste über das Internet aus verschiedenen Ressourcenstandorten in der Cloud nutzen. Als Folge werden zukünftig verstärkt RZ-Kapazitäten aufgebaut bzw. effizient genutzt werden müssen. Viele IT-Dienstleister mit eigenen RZ haben bereits erkannt, dass sie einen Teil ihrer nicht ausgelasteten IT-Infrastruktur in der Cloud zur Verfügung stellen können. Amazon und Google seien hier als derzeit größte Anbieter genannt. Andere Anbieter bauen massiv eigene IT-Infrastrukturen auf, um skalierbare Cloud Leistungen anbieten zu können.

Der wesentliche Beitrag des Cloud Computing liegt im Delivery-Modell und der obligatorischen Standardisierung von IT-Leistungen. Demnach werden IT-Dienstleistungen eine Marktstruktur und Standardisierung erreichen, die denjenigen anderer Versorgungsindustrien (z. B. Wasser, Gas, Energie) ähnelt. In einem solchen Szenario entsteht eine globale Marktinfrastruktur, auf deren Basis standardisierte Einheiten von IT-Leistungen ähnlich bezogen bzw. gehandelt werden, wie elektrischer Strom an einer Strombörse („IT aus der Steckdose"). In diesem Zusammenhang können RZ eigene Überkapazitäten drosseln und nutzungsgetrieben IT-Ressourcen von anderen Anbietern aus der Cloud mieten. Dabei ist es denkbar, dass ähnlich wie beim Energie-Mix die Cloud Leistung differenziert wird nach Nachhaltigkeitsaspekten, wie dem Power Usage Effectiveness (PUE)-Wert des anbietenden RZ.

3 Konzeption einer nachhaltigen Community Cloud Lösung

Im Rahmen dieses Beitrags wird ein Community Cloud Modell konzipiert, mit dem die Energieeffizienz in einem RZ-Verbund gesteigert werden kann. Zum einen sollen einzelne RZ übergreifend ihre IT-Ressourcen bündeln, dynamisch beziehen und planen können. Dadurch wird ein Abbau von Kapazitäten im Einzelfall realisierbar und eine Senkung des Energiebedarfs ermöglicht. Zum anderen soll ein dynamisches Lastmanagement gewährleisten, dass die Auslastung[1] und der Stromverbrauch innerhalb eines RZ gesenkt wird. So wird es möglich, Dienstausführungen beeinflusst durch die Auslastung, den Strompreis oder die Energieeffizienz innerhalb eines Rechenzentrumsverbundes (Community Cloud) zu verteilen.

3.1 Aufbau einer Community Cloud

In den zukünftigen Cloud Netzwerken (Community Cloud), die für eine bestimmte Branche, einen Unternehmensverbund oder einen Sektor aufgebaut werden, können sich Teilnehmer auf Rahmenbedingungen verlassen, die speziell für diese Netzwerke gelten. Im Gegensatz zu komplett geöffneten Netzwerken (Public Cloud) ist es möglich, Steuerungsmechanismen und Konventionen so zu definieren, dass diese auch handhabbar sind. Dem Cloud Abnehmer müssen in diesem Zusammenhang sichere und zuverlässige Cloud Dienste zur Verfügung gestellt werden, die bestimmten Anforderungen genügen. Dem Cloud Anbieter hingegen muss die Möglichkeit geboten werden, sich unkompliziert integrieren zu können.

[1] eine möglichst hohe Auslastung der Hardware ist aus Energiesicht am sinnvollsten [Ne09]

Zu diesem Zweck wird ein Ansatz für eine Community Cloud Infrastruktur vorgestellt, der sich aus einem zentralen Cloud Management und einer beliebigen Anzahl von RZ zusammensetzt. Ein Überblick über die Einflussfaktoren und relevanten Schnittstellen einer Community Cloud sind in Abbildung 1 dargestellt. Im Wesentlichen können drei Ebenen unterschieden werden, die *Infrastruktur-Ebene*, die vorhandene Netzwerke und Breitbandverbindungen umfasst, die *Computing-Ebene* mit IT-Ressourcen und den Rechenzentren und die *Anwendungs-Ebene*, die Kundenanforderungen und Anwendungsszenarien beschreibt. Die Community Cloud hat sowohl Schnittstellen zur darunter liegenden als auch zur darüber liegenden Ebene. Auf Basis der vorhandenen Literaturauswertung hinsichtlich des Community Cloud Konzeptes und einem nachhaltigen Rechenzentrumsbetrieb kommen die Autoren zu dem Schluss, dass vier Einflussbereiche bei einer nachhaltigen Community Cloud von Relevanz sind: technologische Anforderungen, Energieeffizienzkriterien, Branchenstrukturen und Gegebenheiten im Energiemarkt (siehe Abbildung 1).

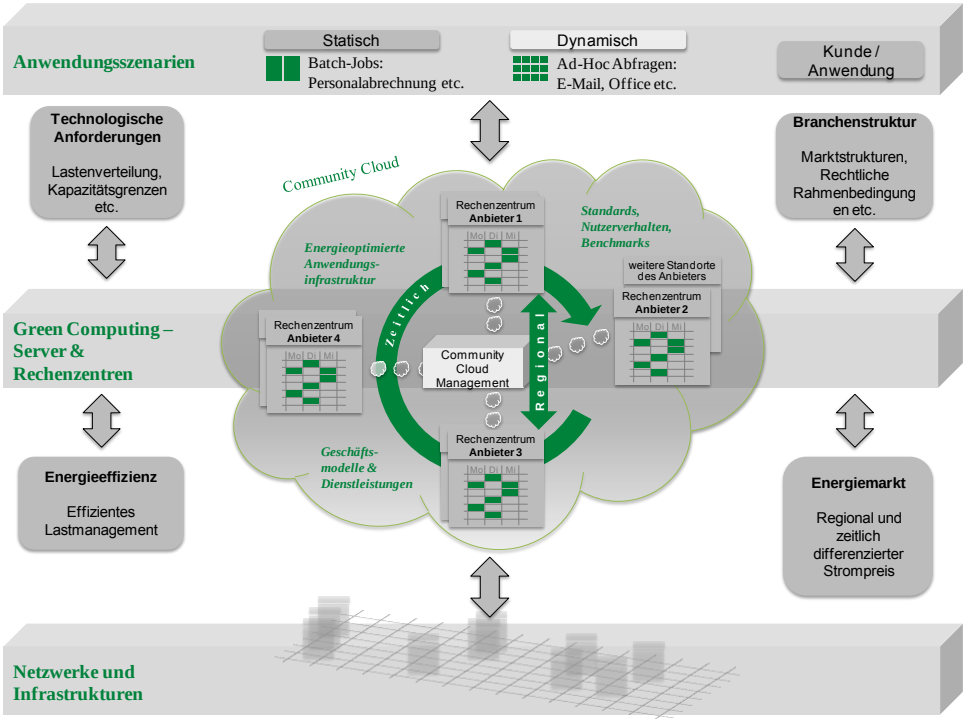

Abbildung 1: Konzept einer nachhaltigen Community Cloud

Die Teilnehmer in der Community Cloud können auf der Software(SaaS)- und der Infrastruktur(IaaS)-Ebene Ressourcen austauschen. Auf der Infrastruktur Ebene handelt es sich um virtuelle Maschinen bzw. Instanzen, die aufgrund hoher Standardisierung problemlos in einen Ressourcen-Pool ein- und ausgebucht werden können. Auf der Software-Ebene können verschiedene Jobs bzw. Aufträge nur verteilt werden, wenn alle Teilnehmer die jeweilige Applikation bei sich lokal betreiben und gleichzeitig auf die benötigten Daten für den Job zugreifen können. Prinzipiell lassen sich die Arbeitsaufträge hinsichtlich ihrer zeitlichen Ausführung in zwei Gruppen unterteilen. Hierzu zählen einerseits statische und planbare Dienste (sog. Batch-Jobs), die standardisiert mit einer hohen Wiederholfrequenz ausgeführt werden (z. B. Lohn- und Gehaltsabrechnungen) und andererseits dynamische ad-hoc Ausführungen, wie der Office-Betrieb (z. B. der Betrieb von Portalanwendungen).

Eine funktionierende und effiziente Community Cloud Infrastruktur mehrerer RZ bedingt eine intelligente Verwaltung und Verteilung aggregierter Kapazitäten, Lasten und Aufträge. Zu diesem Zweck wird ein Verteilungsschema (Cloud Management) benötigt, das die Möglichkeit bietet - ausgehend vom Bedarf an IT-Ressourcen (Input) - eine Lastenverteilung/Ressourcenallokation (Output) innerhalb der Cloud vorzunehmen. Des Weiteren werden zur optimalen Ressourcennutzung einerseits anerkannte Energieeffizienzmaßstäbe bzw. Kennzahlen (z. B. PUE-Power Usage Effectiveness, CADE-Corporate Average Data Center Efficiency, DCcE-Data Center Compute Efficiency etc.) der einzelnen Rechenzentren berücksichtigt [Be07; Ka08; Bl10a].

Andererseits lassen sich die Gegebenheiten des Energiemarkts hinsichtlich regionaler und zeitlicher Differenzierungsmöglichkeiten auf Basis des Strommarktes mit einbeziehen. Es werden beispielsweise die aktuellen Strompreise, die momentane (last- und klimaabhängige) Energieeffizienz der lokalen RZ, die zeitliche Planbarkeit von Anfragen, die Virtualisierungsmöglichkeit sowie die effektive Leistungsabnahmefähigkeit bewertet und als Entscheidungsgrundlage für eine nachhaltige Lastverteilung herangezogen. Für eine lauffähige Community Cloud Infrastruktur ist zudem ein übergreifendes Rechtemanagement aufzubauen, um eine sinnvolle Verteilung und Zuordnung zwischen Leistungen und Kapazitäten sicherzustellen.

3.2 Potenziale einer Community Cloud

Über den Ansatz einzelne RZ in einer Community Cloud zu vernetzen ist es möglich, die Potenziale aus mehreren bedeutenden Bereichen der Wertschöpfungskette im Sinne einer „grünen IKT“ abzustimmen, zusammenzuführen und nutzbar zu machen. Jedes RZ kann individuell entscheiden welche Dienste und Leistungen selbst angeboten oder über die Cloud von einem anderen RZ bezogen werden. Des Weiteren bietet sich die Möglichkeit, Dienste aus der Community Cloud zu beziehen und den eigenen Kunden anzubieten, in der Rolle eines Vermittlers. Die Verbesserung der Gesamtenergiebilanz bei der IT-Leistungserstellung kann anhand folgender Zielvorgaben erreicht werden:

- Abbau von Überkapazitäten: Innerhalb der Cloud können die zusammengeschlossenen RZ systemübergreifend ihre IT-Ressourcen bündeln,

ISBN 978-3-88579-286-4

dynamisch beziehen und planen. Dadurch findet eine Aggregation der existierenden Kapazitäten einzelner RZ in einem Cloud Pool statt und Überkapazitäten können idealerweise abgebaut werden. Dies ermöglicht eine höhere Gesamteffizienz bei der Nutzung von Servern und RZ (z. B. durch Vermeidung von ineffizientem IDLE-Betrieb).

- Effiziente Community Cloud Infrastruktur: Ein dynamisches Lastmanagement soll gewährleisten, dass die Auslastung innerhalb eines RZ von derzeit 30% [Ne09] auf 60% oder mehr erhöht wird. Dazu muss die Leistungserstellung verstärkt auf energieeffiziente RZ verlagert werden. Dienstausführungen werden hierzu in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (z.B. aktueller Strompreis, Energiebilanz, Auslastung) innerhalb eines RZ-Verbundes verteilt.
- Verringerung der Stromkosten: Die Stromkosten, die einem RZ im Rahmen des Betriebs entstehen, können durch eine intelligente Lastverteilung gesenkt werden. Hierbei spielt die zeitliche und räumliche Differenzierung beim Stromeinkauf eine wesentliche Rolle. Beispielsweise können zeitlich planbare Batch-Jobs innerhalb der Community Cloud in dem RZ bearbeitet werden, welches den günstigsten Strompreis vorfindet.

3.3 Herausforderungen in einer Community Cloud

Als eine wichtige Grundlage für den Betrieb einer Community Cloud muss der Ressourcenbedarf von Applikationen messtechnisch erfasst und in Bezug zu den IT-Basisleistungen gesetzt werden (z. B. benötigte Rechenleistung pro Geschäftsprozess). Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten gilt es zudem, Abrechnungs- und Geschäftsmodelle zwischen den Teilnehmern zu modellieren und konkrete Nutzeneffekte der Cloud Lösung („Wer profitiert in welchem Umfang“) aufzuzeigen.

In diesem Zusammenhang müssen notwendige Anreizsysteme definiert und eine Gewährleistung des Datenschutzes und der Datensicherheit auf technischer, struktureller, organisatorischer und rechtlicher Ebene sichergestellt werden. Die Geschäftsmodelle müssen nachfrageorientiert und flexibel auf die Bedarfe der Community reagieren bzw. diese abrechnen können.

Im Rahmen einer Community Cloud gilt es, die Verbraucher und IT-Dienstleister ganzheitlich zu erfassen und eine übergreifende Betrachtung der Anwenderstrukturen zu ermöglichen. Hierbei sind die im Rahmen der Akteure (Community) auftretenden rechtlichen Bedingungen ebenso zu berücksichtigen wie vorhandene Marktstrukturen. Bedingt durch heterogene IT-Landschaften ist besonders die Interoperabilität zwischen den RZ eine große Herausforderung. Durch die Virtualisierung von Hardware-Ressourcen ist es für RZ-Betreiber heutzutage kein Problem, virtuelle Ressourcen anzubieten bzw. auszutauschen. Schwieriger wird es bei Anwendungen, die nach Bedarf von verschiedenen RZ betrieben werden sollen. Zum einen wird es unumgänglich, dass sich die Community Teilnehmer auf Anwendungen gemeinschaftlich einigen. Die Verteilung eines Batch-Jobs setzt voraus, dass in allen oder zumindest in verschiedenen RZ die notwendige Software installiert ist, um den Job ausführen zu lassen. Zum anderen muss geklärt werden, wie und von wo auf die Daten zugegriffen wird. Beispielsweise setzt die Verlagerung des Betriebs eines SAP-Systems für einen bestimmten Zeitraum in ein anderes RZ voraus, dass der Zugriff auf den Datenbestand des ursprünglichen RZ gewährleistet wird. Folglich ist bei einem gemeinsamen Anwendungsbetrieb eine zentrale Datenhaltung notwendig.

4 Praktisches Anwendungsszenario: Government Green Cloud

Im Rahmen des BMWi-Forschungsprojekts „Government Green Cloud“ werden auf kommunaler und landesweiter Ebene anhand eines innovativen Cloud-Labors die übergreifenden Anwenderstrukturen für das Cloud-Computing untersucht. Zu diesem Zweck wird erstmalig eine erweiterbare Cloud-Infrastruktur für die öffentliche Verwaltung in der Praxis umgesetzt und erprobt („Government Green Cloud“). Somit entsteht ein praxisnahes Cloud-Labor, das sich aus vier Produktiv-Rechenzentren (RZ) und einem Cloud-Management zusammensetzt. Die Potenziale werden anhand von praxisnahen Anwendungsszenarien untersucht. Das Ziel ist die Optimierung der Gesamteffizienz der IT-Nutzung der öffentlichen Verwaltung unter Berücksichtigung der besonderen Betriebs- und Sicherheitsanforderungen. Darüber hinaus wird mittels eines dynamischen Lastmanagements eine Erhöhung der Auslastung der RZ umgesetzt.

Die Dienstausführungen werden hierzu in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (z. B. aktueller Strompreis, aktuelle Gesamteffizienz des RZ, Kapazitäten etc.) innerhalb der Cloud verteilt. Dafür wird in Teilen der vier Produktiv-RZ eine nahezu reale Evaluierungsplattform für das Cloud Computing aufgebaut. Die Cloud-Infrastruktur kann durch den hohen Praxisbezug als Best Practice Lösung für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen dienen. Die Ergebnisse sollen z. B. für einen nationalen Standard Government Cloud, die Erschließung neuer Geschäftsmodelle, den Einsatz zur effizienten Skalierung von Weblösungen für Unternehmensportale und die Integration des Cloud-Pools in bestehende Regelenergie-Pools verwendet werden.

erschienen im Tagungsband der INFORMATIK 2011
Lecture Notes in Informatics, Band P192
ISBN 978-3-88579-286-4
weitere Artikel online:
http://informatik2011.de/519.html

Das tatsächliche Ressourceneinsparpotenzial wird am praktischen Beispiel verschiedener Anwendungsfälle getestet und evaluiert. Dabei soll der Frage nachgegangen werden, ob ein ganzheitliches Konzept für mittelgroße, lokal erreichbare RZ als kostengünstige und energieeffiziente Alternative zu Einzelplatz-Servern und kleinen Serverräumen gesehen werden kann, und, ob ein Lastmanagement zwischen (und innerhalb von) RZ zu einer verbesserten Energiebilanz führt. Das Vorgehen sowie die zentralen Ergebnisse im Projekt können wie folgt zusammengefasst werden:

- Entwurf und Konzeption einer Cloud-Infrastruktur für den öffentlichen Sektor: Das Ziel ist eine Realisierung skalierbarer RZ-Rechenleistung und einem gleichzeitigen Abbau von Überkapazitäten öffentlicher IT-Dienstleister, um infolgedessen eine Verbesserung der Gesamt-Energiebilanz im RZ-Betrieb zu erreichen. Die spätere Anbindung der Kommunen und interessierter IT-Dienstleister wird über das DEUTSCHLAND-ONLINE INFRASTRUKTUR (DOI) Vorhaben [De10] möglich, das eine effiziente Netzinfrastruktur zur Sicherstellung einer standardisierten und flächendeckenden Verbindung der Verwaltungsnetze gewährleistet.

- Umsetzung und praxisnahe Erprobung eines „Green Cloud“ Labors für den öffentlichen Sektor: Das Labor wird als prototypische Umsetzungsplattform genutzt. Es dient der Erforschung verschiedener Cloud-Szenarien und der damit einhergehenden Erhebung von Ressourceneinsparpotenzialen simulierter Anwendungsfälle. Die Projektergebnisse in Form von Messwerten liefern eine Entscheidungsgrundlage für folgende Fragestellungen: Ist ein ganzheitliches Konzept für mittelgroße, lokal erreichbare RZ eine kostengünstige und energieeffiziente Alternative zu Einzelplatz-Servern bzw. kleinen Serverräumen und kann ein Lastmanagement zwischen (und innerhalb von) RZ oder Servern zu einer verbesserten Energiebilanz führen.

- Basis für zukünftig nachhaltige und Cloud-fähige Rechenzentren: Es werden ökonomische Einflüsse, wie regional und zeitlich differente Strompreise, ökologische Faktoren, wie die Energieeffizienz einzelner RZ, und technische Benchmarks untersucht, um Empfehlungen für die Merkmale zukünftiger Hardware- und Systemarchitekturen (IT-Equipment, Gebäudetechnik, RZ-Infrastruktur etc.) geben zu können.

ISBN 978-3-88579-286-4

Im Rahmen des Anwendungsszenarios „Gehaltsabrechnung“ werden Ressourcenbedarfe generiert, die auf möglichen Geschäftsprozessen und deren mengenmäßigen Ausführungen basieren. Der Verbrauch an Rechenleistung wird gemessen und auf IT-Basisleistungen herunter gebrochen (z. B. benötigte Rechenleistung pro Geschäftsprozess). Anschließend wird mit Hilfe des Cloud Managements ermittelt, wie sich eine verteilte und ressourcenschonende Nutzung der Cloud Infrastruktur optimal realisieren lässt, und welchen Einfluss der Strompreis haben kann. Die Community Cloud wird an den Rahmenbedingungen der jeweiligen Branche (hier: öffentliche Sektor) ausgerichtet und hat vor allem das Ziel, die existierenden vorgehaltenen Kapazitäten der RZ in einem Cloud Pool zu aggregieren, und dadurch zukünftige Überkapazitäten zu vermeiden. Beispielhaft kann der (Geschäfts-)Prozess der Gehaltsabrechnung, der planbar und im großen Umfang stattfindet, entweder zu einem kostengünstigen Zeitpunkt, an dem der Strompreis niedrig ist, ausgeführt werden, oder aufgrund fehlender Kapazitäten in ein anderes RZ verlagert werden.

5 Implikationen und Ausblick

Durch den realen Betrieb des Cloud Labors und die praktische Umsetzung eines RZ-übergreifenden Lastmanagements können erstmals wichtige Parameter der Energie- und Kosteneffizienz für den Einsatz spezifischer IT-Dienstleistungen in der Cloud quantifiziert werden.

Neben den praktischen Erfahrungen beim Aufbau und Betrieb einer Cloud sind insbesondere die konkreten Ergebnisse der Messungen (z. B. kWh/ Fachanwendung) eine wichtige (Entscheidungs-)Grundlage für zukünftige Abrechnungsmodelle im Rahmen des Cloud Computing. Die Ergebnisse liefern somit erste technische und wirtschaftliche Benchmarks für den Einsatz von Fachanwendungen im Cloud Computing und den Rahmen für die betriebswirtschaftliche Umsetzung in Form von Anreiz-/Abrechnungsmodellen.

Insbesondere die Berücksichtigung der Strompreise im Rahmen des Lastmanagements stellt einen wichtigen wissenschaftlichen und praktischen Beitrag zur systemübergreifenden Energieoptimierung dar. Die bestehenden Systembeziehungen zwischen Elektrizitätswirtschaft und Endkunden (RZ) können damit zukünftig besser berücksichtigt werden.

6 Literaturverzeichnis

[Be07] Belady, C., Rawson, A., Pflueger, J. and Cader, T. (2007). Green Grid Data Center Power Efficiency Metrics: PUE and DciE. Green Grid White Paper No. 6, 2007.

[Bi08] BITKOM (2008). Energieeffizienz im Rechenzentrum – Ein Leitfaden zur Planung zur Modernisierung und zum Betrieb von Rechenzentren. Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien e.V.

[Bi10] BITKOM (2010). Cloud Computing – Was Entscheider wissen müssen. Ein ganzheitlicher Blick über die Technik hinaus Positionierung, Vertragsrecht, Datenschutz, Informationssicherheit, Compliance. Leitfaden des Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien e.V.

[Bu10] BUND (2010). Green-IT Ein Leitfaden zur Optimierung des Energieverbrauchs des IT-Betriebes, Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik, in Vorbereitung für Mitte 2010.

[Bl10a] Blackburn, M. (2010). The Green Grid Data Center Compute Efficiency Metric: DccE. Green Grid White Paper No. 34, 2010.

[Bl10b] Blauer Engel (2010). Blauer Engel für Grüne Rechenzentren Fachgespräch zu den Grundsätzen für die Vergabekriterien des Umweltkennzeichens. 23.03.2010 in Berlin, Ökoinstitut im Auftrag des Umweltbundesamtes.

[De10] Deutschland-Online (2010). Deutschland-Online Infrastruktur (DOI). 2010, http://www.deutschland-online.de/DOL_Internet/broker.jsp?uMen=9c120482-4b88-e011-4fbf-1b1ac0c2f214, abgerufen am: 10.10.2010.

[De09] dena (2009). Leistung steigern Kosten senken: Energieeffizienz im Rechenzentrum. Ein Leitfaden für Geschäftsführer und IT-Verantwortliche. Berlin, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).

[Ec08] ECO (2008). Ergebnisse der Studie „Bestandsaufnahme effiziente Rechenzentren". Arbeitskreis Data Center, 30. September 2008. http://www.eco.de/dokumente/080930_Ergebnisse_Studie_effiziente_RZ.pdf

[EZ08] Erek, K. und Zarnekow, R. (2008). Managementansätze für nachhaltiges Informationsmanagement. Wissens- und Informationsmanagement Gabler. F. Keuper and F. Neumann. Wiesbaden 413–438.

[Fi08] Fichter, K. (2008). Energieverbrauch und Energiekosten von Servern und Rechenzentren in Deutschland Trends und Einsparpotenziale bis 2013. Berlin, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit.

[Fi09] Fichter, K., Clausen, J., Eimertenbrink, M. (2009). Energieeffiziente Rechenzentren Best-Practice-Beispiele aus Europa USA und Asien. Berlin, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

[Fr09] Fraunhofer IZM / ISI (2009). Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft Berlin Karlsruhe, Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (Fraunhofer IZM) in Kooperation mit Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI).

[GM09] Grance, T. und Mell, P. (2009). The NIST definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology (NIST), Juli 2009, http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc, abgerufen am: 31.12.2010.

[Gr08] GreenGrid (2008). A Framework for Data Center Energy Productivity. White Paper 13. Technical Report. Green Grid Association.

[Hi10] Hintemann, R., Fichter, K., Stobbe, L. (2010). Materialbestand der Rechenzentren in Deutschland - Eine Bestandsaufnahme zur Ermittlung von Ressourcen- und Energieeinsatz. Berlin, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit und Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration Fraunhofer im Auftrag des Umweltbundesamtes.

[Ie09] IES (2009). Code of Conduct on Data Centres - Version 2.0 Ispra, European Commission - Institute for Environment and Sustainability - Renewable Energies Unit

[Iz09] IZE (2009). Konzeptstudie Energie- und Ressourceneffizienz im Betrieb von Rechenzentren, Innovationszentrum Energie (IZE) der TU Berlin, 2009.

ISBN 978-3-88579-286-4

[Ka08] Kaplan, J. M., Forrest, W. and Kindler, N. (2008). Revolutionizing Data Center Energy Efficiency. McKinsey & Company, 2008.

[Kl07a] Klippstaetter, K. (2007). Energiesparen kann teuer werden. Computerwoche, 2007.

[Kl07b] Klobasa, M. (2007). Dynamische Simulation eines Lastmanagements und Integration von Windenergie in ein Elektrizitätsnetz auf Landesebene unter regelungstechnischen und Kostengesichtspunkten, ETH Zürich.

[Ko05] Koomey, G.; Sezgen, O., Steinmetz, R. (2005). Estimating Total Power Used by Data Centers in California. Technical Report.

[Le08] Le, K., Bilgir, O., Bianchini, R., Martonosi, M., Nguyen, T. D. (2008). Managing the Cost Energy Consumption and Carbon Footprint of Internet Services, Technical Report DCS--TR--639 Dept. of Computer Science Rutgers University.

[Le09] Le, K., Bianchini, R., Martonosi, M., Nguyen, T. D. (2009). Cost- and Energy-Aware Load Distribution Across Data Centers. Power-Aware Computing and Systems (HotPower).

[Lb06] LBNL (2006). Self Benchmarking Guide for Data Center Energy Performance Version 1.0, Lawrence Berkeley National Laboratory.

[Ne09] Nebel, W., Hoyer, M., Schröder, K., Schlitt, D. (2009). Untersuchung des Potenzials von rechenzentrenübergreifendem Lastmanagement zur Reduzierung des Energieverbrauchs in der IKT, OFFIS Institut für Informatik Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.

[Pu09] Pulvermüller, P. (2009). Wie erhöht man die Effizienz des bestehenden Rechenzentrums um 75%. AK Data Center - eco e.V.

[Qu08] Qureshi, A. (2008). Plugging Into Energy Market Diversity. 7th ACM Workshop on Hot Topics in Networks (HotNets), Calgary, Canada.

[Ra10] Rao, L., Liu, X., Xie, L., Liu, W. (2010). Minimizing Electricity Cost: Optimization of Distributed Internet Data Centers in a Multi-Electricity-Market Environment. 29th IEEE INFOCOM, San Diego, USA.

[Ra07] Rasmussen, N. (2007). Kapazitätsmanagement für Stromversorgung und Kühlung in Rechenzentren, APC-Whitepaper Nr. 150, 2007.

[Sp08] SPEC (2008). SPECpower_ssj2008, Standard Performance Evaluation Corporation.

[St05] Stadler, I. (2005). Demand Response - Nichtelektrische Speicher für Elektrizitätsversorgungssysteme, dissertation.de.

[Tü09] TÜV Rheinland (2009). "Zertifizierung Energieeffizientes Rechenzentrum." http://www.tuv.com/de/energieeffizienz_im_rechenzentrum_1.html

ISBN 978-3-88579-286-4