

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Forschungsergebnisse Projekt GGC-LAB

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Projektüberblick

Projektitel:	GGC-LAB - Government Green Cloud Laboratory
BMWi FKZ:	01 ME 11035A
Laufzeit:	01.06.2011 bis 30.11.2014
Konsortium:	regio iT - Gesellschaft für Informationstechnologie mbH Dataport kom21 - Kommunales Gebietsrechenzentrum Hessen Brandenburgischer IT-Dienstleister (ZIT-BB) StoneOne AG Technische Universität Berlin
Projektleiter:	Bernhard Barz, regio IT
Webseite:	<a href="http://www.ggc-lab.de">www.ggc-lab.de</a>

## Forschungsthemen

Analyse relevanter Einflussfaktoren zur Realisierung von energieeffizienten Cloud-Computing in der öffentlichen Verwaltung:

- Beurteilung der Cloud-Fähigkeit kommunaler Anwendungssoftware
- Rechtliche Rahmenbedingungen bezüglich der Lastverschiebung zwischen räumlich getrennten Rechenzentren (in unterschiedlichen Bundesländern)
- Anreize wie variable Strompreise, Nutzung erneuerbarer Energien

Entwicklung von Ansätzen zur Steuerung bzw. gezielten Verschiebung von IT-Lasten zwischen mehreren Rechenzentren:

- Umfassende Messung von Stromverbräuchen in beteiligten RZ
- Nutzenoptimierung der Kapazitäten eines Rechenzentrumverbunds
- Potentiale einer rechenzentrums-übergreifenden Bündelung von IT-Ressourcen
- Leistungskennzahlen in Unterstützung einer effektiven Steuerung

## Cloudfähige kommunale Fachanwendungen

Im Projekt wurde die Cloud-Fähigkeit von kommunalen Fachanwendungen, d.h. die Nutzung dieser Anwendungen über ein Web/Browser-Interface untersucht:

- Aktuell sind nur sehr wenige kommunale Fachanwendungen cloudfähig.
- Zudem gibt es eine große Fülle von Softwarelösungen für ähnliche Fachanwendungen (Kompatibilität gering, gewachsene Strukturen).
- Virtualisierung von Fachanwendungen ist aufgrund von Datenschutz und Arbeitsvorschriften aktuell nur sehr begrenzt möglich.
- Fachanwendungen laufen gewöhnlich auf dedizierten Servern und haben teilweise nur eine 2%ige Auslastung zur Folge.
- Es besteht ein hohes theoretisches Potenzial zum Abbau physischer Server (Konsolidierung) und damit auch zur Verbesserung der Energieeffizienz, wenn dies durch Beschaffungsvorschriften bzw. auch Datenschutzvorschriften erlaubt werden würde.

## Analyse rechtlicher Rahmenbedingungen

Im Projekt wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen für eine gezielte Migration von kommunalen Fachanwendungen untersucht:

- Die Lastverschiebung (Migration) zwischen räumlich getrennten und insbesondere institutionell unterschiedlichen Rechenzentren ist an sich kein Problem, solange dabei die Anforderungen des Vergaberechts, Datenschutzes und weitere vertragliche Regelungen eingehalten werden.
- Datenschutzgesetze lassen eine IT-basierte Bearbeitung personenbezogener Daten bzw. die Verlagerung dieser von der kommunalen Ebene auf eine Landes- oder Bundesebene derzeit nicht zu. Eine Vermengung von Daten unterschiedlicher Bundesländer ist unbedingt zu vermeiden.
- Eine Auslagerung von Fachanwendungen in privatwirtschaftliche Rechenzentren (IT-Dienstleister, der im Auftrag einer Kommune oder eines Landes arbeitet) wird neben Datenschutz auch durch sozial- und steuerrechtliche Begründungen unterbunden.

## Cloud-Verbund und Prozessabläufe

Es wurden Modelle von Prozessabläufen und Organisationsstrukturen zwischen den Cloud-Teilnehmern konzipiert:

- Ein Akteur-/Rollenmodell, welches das Zusammenspiel sämtlicher Anbieter und dessen Rollen untereinander widerspiegelt. Auf Basis dieses Modells werden der Steuerungsmechanismus und das Anreizsystem entwickelt.
- Eine Sammlung von Cloud-Anwendungsszenarien und ein Kunden-Anforderungskatalog, die u.a. als Grundlage für das Anreizsystem dienen.
- Ein Verhaltensdiagramm für den Steuerungsmechanismus wird mittels UML-Notation entwickelt und implementierungsnah umgesetzt.
- Ein Cloud-Wertschöpfungsprozessmodell, in dem das Akteur-/Rollenmodell integriert ist und die wertschöpfenden Dienste und unterstützenden Aktivitäten abgebildet sind (Themen sind z.B. Software-Lizenzen und andere Kosten).

## Operativer Betrieb des Cloud-Verbundes

Es wurde die praxisnahe Gestaltung eines Cloud-Verbundes analysiert:

- Verbund mit Partnern in Berlin, Potsdam, Kassel, Aachen und Hamburg
- Netzwerkverbindung über verschlüsseltes Internet / VPN, da kostengünstiger als Standleitung oder DOI (Verwaltungsnetz)
- Herausforderungen sind lange Signallaufzeiten (>10ms bis <1000ms), welche Datenbankanwendungen (Synchronisierung) erschweren
- Dezentraler Steuerung des Verbundes wurde Priorität gegeben. Die Vorteile konnten allerdings nicht genau quantifiziert werden.
- Umfangreiches Regelwerk
- Entwicklung von Steuerungskennzahlen und Ressourcenkontroller
- Auswahl von drei Fachanwendungen für die testweise Migration:
  - PTRAVEL (Reisekostenabrechnung)
  - Votemanager (Wahlen)
  - VOIS (Einwohnermeldewesen)

## Technischer Aufbau GGC-Laborumgebung

Die Untersuchung der Energieeffizienz eines kooperierenden Rechenzentrumverbundes (Community Cloud / Green Government Cloud) wurde in einer separaten Laborumgebung parallel zum Produktivbetrieb der beteiligten Rechenzentren realisiert:

- Entwurf der Teil-Cloud einschließlich:
  - Entwicklung eines Ressourcencontrollers (StoneOne AG)
  - Entwicklung eines Reverse Proxy auf Basis von nginx (regio iT)
  - Entwicklung eines Energiemonitorings auf Basis von NAGIOS (regio iT)
- Definition Regelwerk für Steuerung (TU Berlin)
- Entwurf und modellhafte Realisierung des Cloud-Verbundes (community Cloud) einschließlich der kompletten logischen Netzstruktur im WAN (VPN) (Dataport)



## Detaillierte Messung von Stromverbräuchen

Die Erhebung des Energiebedarfs der funktionalen IT-Systeme sowie einzelner Verbrauchergruppen bildet die Basis der Messungen

- Zu Projektbeginn existierte bei keinem der Rechenzentren (RZ) ein Monitoringsystem, das dem Ressourcenkontroller alle Informationen (einschließlich Strombedarf) über eine standardisierte Schnittstelle liefert
- Vorgesehen waren die Messung von IT-Lasten und Stromverbräuchen in vier RZ einschließlich Berechnung des PUE (Power Usage Effectiveness)
- Festlegung und Auffinden der Messpunkte war äußerst zeitintensiv
- Das systemübergreifende Monitoringsystem (auf Basis von Nagios) integriert verschiedene Datenquellen, harmonisiert (Zeit, Format) und speichert die Daten und bereitet sie in Form von Kennzahlen auf.
- Die Messkampagnen waren bis zu einem Jahr lang (gute Datenbasis).

# Auswertung der Messergebnisse

## Wesentliche Messergebnisse:

- Im Jahresverlauf verhalten sich die Stromverbraucher im Rechenzentrum einschließlich IT, Kälteanlagen und Freikühler wenig dynamisch.
- Über die Monate hinweg zeigen sich regelmäßige Perioden von geringer Auslastung (metastabile Tag-/Nachtzyklen und Arbeitstag-/Wochenendzyklen)
- Die Gesamtleistungsaufnahme der vermessenen Rechenzentren steigt während der aktiven Tagesnutzung meist nur geringfügig an. Ursachen sind eine sehr geringe Auslastung der IT-Ressourcen und dauerhafter Bereitschaftszustand.
- Kühlung ist ein wesentlicher Energieverbraucher und reagiert auf saisonale Veränderungen (Sommer / Winter).

**Fazit:** Die Messergebnisse waren teilweise ernüchternd und zeigen die geringe Lastadaptivität der IT-Technik einerseits und die teilweise suboptimale Auslegung der Kühlinfrastruktur andererseits.

## Ergebnisverwertung

- Erster praxisnaher Anforderungskatalog zur Cloudfähigkeit (kommunaler) Anwendungen (inkl. gesetzliche und vertragliche Anforderungen)
- Dezentrale Steuerungssoftware (Ressourcenkontroller), welche eine RZ-übergreifende Optimierung der Ressourcenauslastung unter energetischen Gesichtspunkten ermöglicht
- Etablierung einer Referenzarchitektur für einen kooperierenden Cloud-Verbund kommunaler Rechenzentren

## Potenziale

- Bei gleicher IT-Technik werden Rechenlasten in Richtung des RZ mit dem geringsten EUE konsolidiert (Einsparungen von bis zu 40%)
- Eine Verschiebung lohnt sich energetisch nur, wenn die IT-Ressourcen in den beteiligten Rechenzentren dynamischer genutzt werden können.