

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Forschungsergebnisse Projekt AC4DC

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Projektüberblick

Projekttitle:	AC4DC - Adaptive Computing for green Data Centers
BMWi FKZ:	01 ME11046A
Laufzeit:	01.05.2011 bis 30.10. 2014
Konsortium:	Rittal GmbH & Co. KG BTC IT Services GmbH Zweckverband Kommunale Datenverarbeitung Oldenburg OFFIS e.V. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH Universität Paderborn
Projektleiter:	Bernd Hanstein, Rittal GmbH & Co. KG
Webseite:	<a href="http://www.AC4DC.com/">www.AC4DC.com/</a>

## Forschungsthemen

### Zeitliche und räumliche Verschiebung von Arbeitslasten

- Entwicklung eines neuartigen Container-Rechenzentrums
- Rechenzentrum internes Lastmanagement – Messungen und Integration laufen noch. Teillösungen bereits integrierbar
- Standortübergreifendes Lastmanagement – Erprobung der Teilelemente wie Energiespeichersystem, adaptive USV und BHKW mit Testrechenzentren laufen.
- Dezentralisierte Datensicherung
- Anwendungsszenarien und Nachfrageorientierte Geschäftsmodelle, Bewertung von Energie- und Materialeinsparpotenzialen abgeschlossen, Szenarien und Roadmapping

# Entwicklung eines neuartigen Container-Rechenzentrum

Im Projekt wurde ein neuartiges Container-Rechenzentrum mit kombinierter Wärme/Power Einheit (BHKW) konzipiert und prototypisch gebaut.

Spezifikationen des Container-Rechenzentrums:

- 20 kW unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)
- 20 kW Wasserkühlung („Liquid Cooling Package“ - LCP)
- RiZone Steuerungssoftware

Spezifikationen des Blockheizkraftwerkes

- 2 redundante Motoren
- 2 x 8 kW elektrische Energie
- 2 x 17 kW thermische Energie
- 9 kW Absorptionskühlvermögen  
(Invensor LTC 09)

# Gewerkeübergreifende Regelung der Klimatisierung

Eine Zielstellung des Projektes war die Entwicklung von praxisnahen Ansätzen und deren prototypischer Umsetzung bezüglich der Einstellung des optimalen Betriebspunkts eines Rechenzentrums unter Beachtung aller aktiven Komponenten der Klimatisierung:

- Feingranulare Messung des Strombedarfs einzelner Infrastrukturelemente in den beteiligten Rechenzentren
- Analyse existierender Energiemonitoring-, Steuer- und Regelungstechnik im Bereich der Klimatisierung
- Untersuchung der Option Freikühlbetrieb in Deutschland mit dem Ergebnis, dass 60% reduzierter CO<sub>2</sub>-Ausstoß möglich ist (Deutschland 96,1% der Tage)

Fazit:

- Die gewerkeübergreifende Klimaregelung reduziert den PUE von 1,3 auf 1,1. Erreichbare Energieersparnis in aktuellem RZ: ca. 17%.
- Auf Basis der Forschungsergebnisse aus AC4DC hat Rittal mit der RiMatrix S ein Produkt entwickelt und veröffentlicht.

## Ganzheitliche Energieoptimierung im Rechenzentren

Für die energetische Optimierung eines Rechenzentrums (RZ) wurden über die gesamte Wertschöpfungskette folgende Aspekte im Projekt untersucht:

- Lastadaptive unterbrechungsfreie Stromversorgung im RZ
- Lastadaptive Lüftungs- und Kühlsysteme im RZ
- Lastbezogene Energiemodelle für Server (beispielsweise benötigen moderne Server im Leerlauf ca. 20 % ihrer maximalen Leistungsaufnahme, ältere über 50 %)
- Dynamisches Last- und Powermanagement (LPM) inklusive Virtualisierung
- Rahmenbedingungen: Wettereinfluss (freie Kühlung), Nutzung vorhandener Energiespeicher, variable Strompreise

Fazit:

- Durch lastadaptiven Betrieb von IT und RZ-Infrastruktur kann bei traditionellen Rechenzentren heute ca. 25 % Energie eingespart werden

## Konsolidierung von IT-Ressourcen

Im Projekt wurde ein energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb mit zwei getrennten Server-Pools und einer konsequenten Virtualisierung bzw. einem dynamischen Last- und Power-Management erprobt:

- Der Shared Server Pool wird dauerhaft betrieben und durch dynamische Virtualisierung maximal ausgelastet (Zielstellung)
- Der Batch Server Pool wird nur dann aktiviert, wenn der Shared Server Pool die vorgeschriebenen Service-Level-Agreements (SLA) nicht einhalten kann
- Für das LPM wird an einer Schnittstelle für die übergreifenden Managementsysteme openStack und openNebula gearbeitet, um einen Einsatz in Produktivumgebungen voranzutreiben.

Fazit:

- Bei einer aktuellen Virtualisierungsrate in Rechenzentren ist insgesamt eine Energieersparnis von 6% bis 11% bei der IT-Technik realistisch
- Bezogen auf das gesamte Rechenzentrum werden durch mehr Virtualisierung zukünftig Energieeinsparungen bis zu 40 % erwartet

## Dezentralisiertes Backup

Im Projekt wurde eine Softwarelösung für ein sicheres dezentrales Backup von Dateien auf existierende und meist ungenutzte Speicherbereiche von Endgeräten entwickelt und hinsichtlich ganzheitlicher Energieeinsparpotenziale analysiert:

- Es wurde eine funktionierende Softwarelösung entwickelt, die keiner Veränderung der Hardware-Konfiguration bei Endgeräten bedarf
- Erprobung der Softwarelösung demonstriert die Machbarkeit eines dezentralen Cloud-Backup-Services unter Ausnutzung ungenutzter Speicherbereiche vorhandener Endgeräte

### Fazit:

- Steigerung der Auslastung bzw. damit auch Wertschöpfung von Endgeräten
- Bedarf an Storage-Systemen im Rechenzentrum sinkt (geringer Energiebedarf)
- Die dezentrale Datensicherung spart in kleinen Unternehmen ca. 100€/Jahr und in mittleren ca. 5000€/Jahr gegenüber alternativen Backup-Systemen
- Die dezentrale Datensicherung ist markttauglich



# Live Migration von Diensten zwischen Rechenzentren

Entwicklung eines standortübergreifenden Lastmanagements in einem Verbund mehrerer Rechenzentren mit dem Ziel einer ganzheitlichen Energiereduktion:

- Analyse von energierelevanten Standort-Parametern, u.a. lokaler Strompreis, Energiemix, Außentemperaturen für kostengünstigere Freiluftkühlung, Leistungskennzahlwerte wie PUE, Infrastruktur und Ressourcen des RZs
- Bewertung und gewichtete Verknüpfung von Standortvorteilen zur systemischen Koordination des standortübergreifenden Lastmanagements
- Entwicklung eines Tools zur Planung eines virtuellen Rechenzentrums (Verbund) einschließlich relevanter Kundenanforderungen (Wachstumsprognosen), Standort- und Umgebungsparameter

Fazit:

- Durch das Last- und Powermanagement eines Rechenzentrumverbundes können weitere 20% der Betriebskosten eingespart werden.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Patente und Veröffentlichungen

- Durch Rittal wurden fünf Schutzrechte zu Inhalten aus AC4DC angemeldet
- 8 Veröffentlichungen