

Telematik

8. Weitere ausgewählte Beispiele



Prof. Dr. Martina Zitterbart

Dipl.-Inform. Thomas Gamer

Dipl.-Inform. Martin Röhrich

[zit | gamer| roehricht]@tm.uka.de



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet

2. Ende-zu-Ende Datentransport
3. Routingprotokolle und -architekturen
4. Medienzuteilung
5. Brücken

III. Übertragungstechnik

6. Datenübertragung

IV. Telekommunikationsnetze

7. ISDN

8. Weitere ausgewählte Beispiele

V. Netzmanagement

9. Netzmanagement

8.1 DSL (Digital Subscriber Line)

- 8.1.1 Übertragungstechnik
- 8.1.2 Aufbau einer ADSL-Verbindung
- 8.1.3 Weiterentwicklungen

8.2 Label Switching


- 8.2.1 Komponenten
- 8.2.2 Das Netzzugangs-Protokoll X.25
- 8.2.3 Multiprotocol Label Switching

8.3 Grid und Cloud Computing

- 8.3.1 Grid Computing
- 8.3.2 Cloud Computing
- 8.3.3 Ausblick

8.4 Ausblick: Future Internet

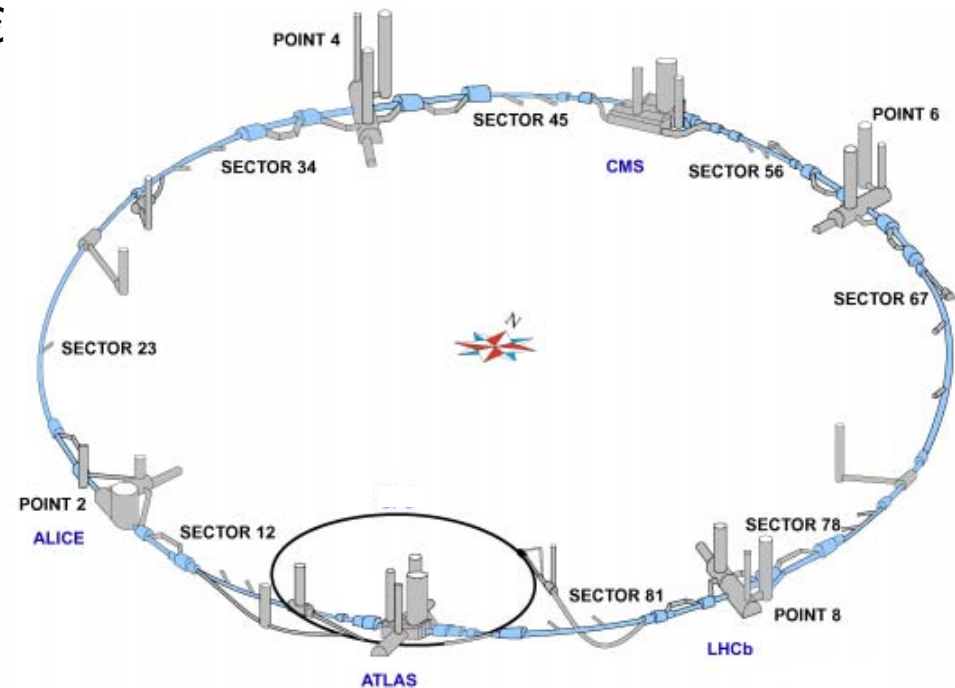
- Entwicklung des Grid Computing im Laufe der 90er Jahre
 - Gründe für diese Entwicklung waren u.a.
 - ▶ Wachstum der Datenmengen in wissenschaftlichen Projekten
 - ▶ Zur Auswertung der Daten wird enorme Rechenleistung benötigt
 - ▶ Begrenzte Finanzen zur Durchführung der Auswertungen
 - Abhilfe durch **Kooperation** mehrere Organisationen
 - Anforderungen
 - ▶ Kontrolle über lokale Hard- und Software bleibt lokal
 - ▶ Parallelisierbarkeit der Auswertungen möglich
 - ▶ Vernetzung und Kommunikation der Standorte notwendig
 - Ablauf einer Auswertung
 - ▶ Übermittlung von Jobs an das Grid
 - ▶ Batch-Scheduling der Jobs und Nutzung von Warteschlangen
 - ▶ Nutzung virtueller Daten, d.h. Daten müssen nicht lokal vorliegen
 - ▷ Datentransfer zwischen Standorten notwendig
 - ▶ Datenrückgabe bzw. –abfrage nach Ausführung des Jobs

- Ian Foster definiert ein System mit den folgenden 3 Eigenschaften als Grid: [Fost02]
 - Ressourcen koordiniert, die keiner zentralen Kontrolle unterliegen
 - ▶ Ein Grid besteht aus mehreren Organisationen und Standorten
 - **standardisierte**, **offene** und verallgemeinerte Protokolle und Schnittstellen verwendet
 - ▶ Grid ist für verschiedene Zwecke einsetzbar und nicht anwendungsspezifisch
 - ▶ Standardisierung z.B. durch Open Grid Forum
 - nicht-triviale Dienstgüte zur Verfügung stellt
 - ▶ z.B. bezüglich Antwortzeiten, Verfügbarkeit oder Durchsatz
 - ▶ Erfüllung komplexer Nutzeranforderungen mit Hilfe unterschiedlicher Ressourcenarten
 - ▶ Koordinierter Nutzen der Ressourcenarten ist höher als die Summe der einzelnen Bestandteile



<http://www.gridforum.org>

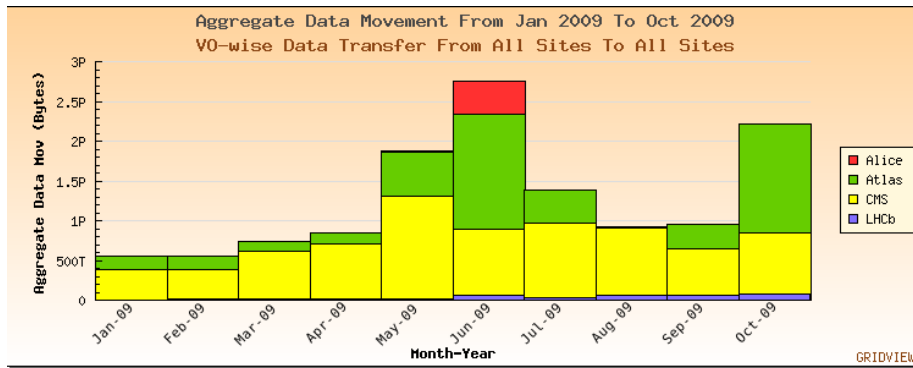
- Large Hadron Collider (LHC) am CERN
 - Bisher stärkster Teilchenbeschleuniger mit Schwerpunktenergie von 14 TeV
 - ▶ Bisherige Beschleuniger kamen lediglich auf 1-2 TeV
 - Erster Testlauf fand im September 2008 statt
 - Kosten der Anlage: ca. 3 Mrd. €
 - Umfang des Rings: 26,659 km
- LHC dient 4 Experimenten
 - ALICE
 - ▶ Zustand der Materie beim Urknall untersuchen
 - ATLAS und CMS
 - ▶ Nachweis des Higgs-Feldes
 - LHCb
 - ▶ Eigenschaften von B-Quark-Partikeln



LHC - THE LARGE HADRON COLLIDER
 (<http://lhc.web.cern.ch/lhc/>)

- Herausforderungen

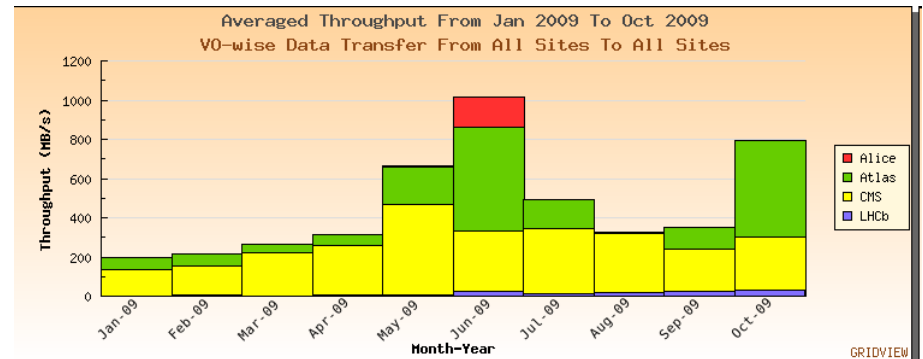
- Speicherung und Auswertung der anfallenden Daten
- Pro Jahr erzeugen alle Experimente ca. **11 Petabyte** an Daten
 - ▶ Deutlich mehr Daten als bei allen bis dato existierenden Projekten
- Kommunikation zwischen Standorten darf Netz nicht übermäßig belasten



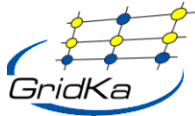
GridView (http://gridview.cern.ch/GRIDVIEW/dt_index.php)

← Datentransfer zwischen allen Standorten in Byte/Monat für alle 4 LHC-Experimente

Durchsatz aller Standorte in MB/s für alle 4 LHC-Experimente →



- Worldwide LHC Computing Grid (WLCG)
 - Infrastruktur zur Speicherung und Analyse der durch die LHC-Experimente erzeugten Daten
 - Nutzung der Infrastruktur auch für andere datenintensive Projekte
 - Zusammenarbeit von **170 Standorten** in 34 Ländern
 - Mehrstufiges, hierarchisches Modell
 - ▶ Datenreduktion durch Tier0-Standorte
 - ▶ Analyse und teilweise Speicherung durch regionale Tier1-Standorte
 - ▶ Das KIT stellt das Tier1-Regionalzentrum Deutschlands (GridKa)
 - ▷ Aufbau und Administration durch SCC
 - ▷ Nachhaltigkeit wichtig: LHC-Experimente sind auf 15 Jahre angelegt
 - ▷ Neben den LHC-Experimenten werden weitere 4 Projekte unterstützt
 - ▶ Weitere „Tiers“ vorrangig für lokale Berechnungen genutzt
 - ▶ Tier0 und Tier1 stehen hingegen allen Kooperationspartnern offen



- Cloud Computing
 - Reiht sich in die Entwicklungen der letzten Jahre als aktuellster Trend ein
 - ▶ Distributed Computing
 - ▶ Clustered Computing
 - ▶ Grid Computing
 - ▶ Cloud Computing
 - Viele Ähnlichkeiten zu bisherigen Entwicklungen
 - Weder Dienstanbieter noch Forschungsprojekte wollen aktuelle Trends verpassen
 - ▶ Cloud Computing daher an vielen Stellen als *Buzz Word*
 - ▶ Konkrete Definition und Abgrenzung von anderen Entwicklungen entsteht oft erst nach und nach
 - ▶ Derzeit existieren viele unterschiedliche Definitionen



[Herr08]

- Mögliche Definitionen

- „Die Cloud ist im Grunde genommen eine Kombination aus Grid-Computing [...] und **Software**-as-a-Service (SaaS)“ (Research 2.0)
- „Bereitstellen **skalierbarer IT-Services** über das Internet für eine potenziell große Zahl externer Kunden“ (Gartner)
- „Ein Pool aus abstrahierter, hochskalierbarer und verwalteter **IT-Infrastruktur**, die Kundenanwendungen vorhält und **nach Verbrauch abgerechnet** wird“ (Forrester Research)
- „Cloud-Provider bündeln eine ganze Reihe von Komponenten für den Kunden, u.a. Netz-, Rechen- und Speicherressourcen“ (Saugatuck Technology)
- „Teil des typischen Buzzword-Bingo. Man könnte das Phänomen auch **Grid for Rent** nennen“ (Jan Wildeboer, Red Hat)
- „Bei Cloud Computing geht es im Kern darum, Ressourcen **dynamisch** zur Verfügung zu stellen. Dabei können Nutzer mit erheblich schnelleren Reaktionen auf Kapazitätsanfragen rechnen“ (IBM)





- **Virtualisierung** als Enabler für Cloud Computing
 - Erst in den letzten Jahren ausgereift und im Produktivbetrieb einsetzbar
 - Weitere Gründe für Entwicklung des Cloud Computing
 - ▶ Sinkende Hardware-Kosten bei steigender Rechenleistung und Speicherkapazität
 - ▶ Verbreitung von Multicore-Prozessoren
 - ▶ Starker Anstieg der Datenmenge, z.B. in wissenschaftlichen Projekten
- **Eigenschaften des Cloud Computing**
 - Ressourcen werden zentral kontrolliert und administriert
 - ▶ **Internal** Cloud: Organisationen stellen eigene Cloud intern zur Verfügung
 - ▶ **Hosted** Cloud: Cloud wird von einem Drittanbieter zur Verfügung gestellt
 - **Public** Cloud als Geschäftsmodell
 - ▶ Cloud über das Internet öffentlich für alle verfügbar
 - ▶ Im Gegensatz zur **Private** Cloud und zur **Hybrid** Cloud, die nicht öffentlich sind
 - ▶ Nutzer zahlt nur tatsächlich benötigte Ressourcen
 - ▶ Anbieter nutzt Skaleneffekte durch viele parallele Nutzer
 - Schnelle, dynamische Bereitstellung von Ressourcen
 - Einfache APIs für Nutzer
 - ▶ Allerdings meist proprietär und nicht einheitlich



- Es werden 3 verschiedene Ebenen unterschieden
 - **Infrastructure-as-a-Service (IaaS)**
 - ▶ Cloud bietet Nutzer-spezifische Infrastrukturen
 - ▶ Konfiguration der Hardware und Software erfolgt durch den Nutzer
 - ▶ Nutzung virtueller Server
 - ▶ z.B. Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), IBM Blue Cloud, GoGrid
 - **Platform-as-a-Service (PaaS)**
 - ▶ Entwicklung und Ausführung von Nutzer-spezifischen Anwendungen
 - ▶ Entwicklungsumgebung wird von der Cloud zur Verfügung gestellt
 - ▶ z.B. Google App Engine
 - **Software-as-a-Service (SaaS)**
 - ▶ Cloud bietet dem Nutzer bestimmte Anwendungen
 - ▶ Ausführung der Anwendung und Speicherung der Daten durch Cloud
 - ▶ z.B. Salesforce Customer Relationship Management (CRM), Google Docs

New York Times

- Möglichkeiten des Cloud Computing
 - New York Times möchte Zeitungsartikel frei verfügbar machen
 - ▶ Alle Artikel aus den Jahren 1851 – 1922
 - ▶ Verfügbar nur als Bilddateien, angeboten werden soll pdf-Datei
 - ▶ Bearbeitung, Skalierung und Zusammenfügen notwendig
 - Speicherung von 4 TB Bilddaten über Amazon Cloud S3
 - Erzeugung der pdf-Dateien über Amazon Cloud EC2
 - ▶ Parallele Nutzung von 100 virtuellen Servern
 - ▶ Erzeugung von **11 Mio. Artikeln** im pdf-Format innerhalb von 24 h
 - Artikel sind über Amazon S3 öffentlich verfügbar
 - ▶ Weitere 1,5 TB an Speicherplatz benötigt
- Fazit
 - Einfache Nutzung der Clouds durch einfache Schnittstellen
 - Unterstützung durch vorhandene Software und Tools
 - Im Vergleich zur Anschaffung eigener Hardware günstig und schnell





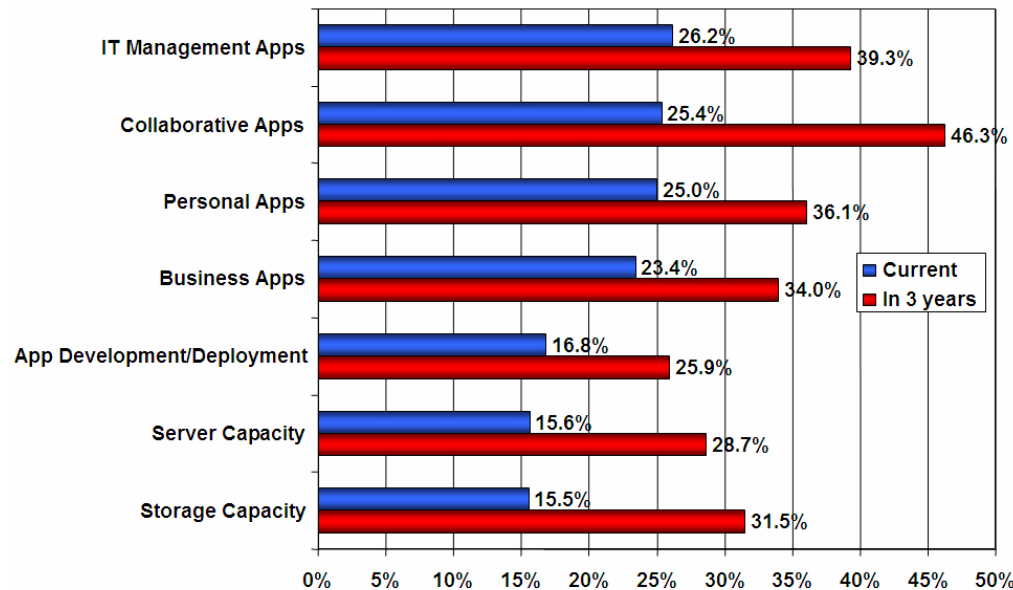
- Unterschiede zwischen Cloud und Grid Computing

	Grid Computing	Cloud Computing
Geschäftsmodell	Projektorientiert Projektteilnehmer bringen eigene Ressourcen ein	Gewinnorientiert Kosten fallen abhängig vom Verbrauch an
Infrastruktur	Mehrere Standorte und Organisationen	Einzelner Anbieter
Kontrolle	Jede Organisation	Liegt dank Virtualisierung beim Nutzer
Architektur	Heterogene Umgebungen mit lokalen und globalen Policies	Unterschiedliche Ausprägungen möglich (z.B. IaaS, SaaS)
Standardisierung	Standardisierung der Protokolle, Middleware und Dienste durch Open Grid Forum	Meist proprietäre, nicht einheitliche Schnittstellen und Protokolle
Ressourcenmanagement	Scheduling von Batch-Jobs, Warteschlangen zur Abarbeitung	Parallele Nutzung der Ressourcen durch viele Nutzer
Sicherheit	Aufgrund lokaler Policies und mehrerer Standorte bei Entwicklung bereits bedacht	Sicherheit wegen Kontrolle durch Nutzer und einfachem Zugang geringer



- Umfrage unter 244 Firmen
 - Nutzung verschiedener Cloud Computing-Dienste
 - Skala von 1 (keine Nutzung) bis 5 (verbreitete Nutzung)

Q: **Current**, **future** usage level of IT cloud services in your organization?



Source: IDC
Enterprise Panel,
August 2008

Anteil der Befragten, die mit 4 oder 5 antworteten

- Cloud Computing in den nächsten 3 Jahren auf dem Sprung vom „Early Market“ zum „Mainstream Market“

- ... oder: Der Kreis schließt sich
 - In den 70ern nutzte man reine I/O-Terminals zur Kommunikation mit **Mainframe**-Computern
 - ▶ Datenspeicherung und Berechnungen auf Mainframe
 - ▶ Zentrale Kontrolle
 - ▶ Abrechnung nach Nutzung (CPU-Last, Speicherplatz)
 - In den 80ern führten **Personal Computer** eigene Programme aus und speicherten lokal Daten
 - ▶ Mainframe konnte bei erhöhtem Bedarf genutzt werden
 - Die breite Nutzung des **Internets** in den 90ern machte Mainframes überflüssig
 - ▶ Viele Anwendungen werden lokal ausgeführt
 - ▶ Speicherung von Daten erfolgt meist lokal
 - ▶ Auffinden von verteilten Informationen über das Internet
 - ▶ Immer mehr Dienste über das „verteilte Netz“ Internet verfügbar
 - In den letzten Jahren werden wieder verstärkt Aufgaben ausgelagert
 - ▶ Datenspeicherung und Ausführung von Anwendungen
 - ▶ z.B. Webmail, virtuelle Festplatten, Office-Anwendungen
 - ▶ Unterschied der Grids und Clouds zu Mainframes der 70er
 - ▶ **Verteilte Realisierung** durch kleine Einheiten statt der lokalen, großen Mainframes

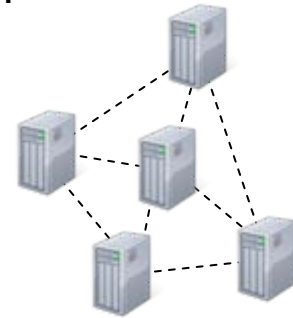


© Lawrence Livermore National Laboratory

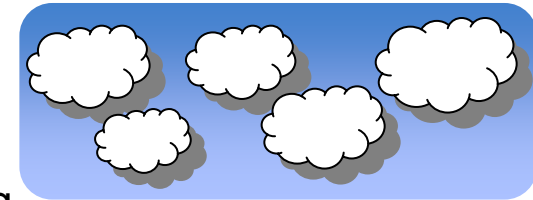


 [KTMF09]

- Grid Computing
 - Kontrolle über Ressourcen bleibt bei der jeweiligen Organisation
 - ▶ Ermöglichte schnelle Einführung dieser neuen Technology
 - ▶ Skaliert jedoch nur begrenzt
 - ▶ Abgleich der Richtlinien zeitaufwändig, komplex und teuer



- Cloud Computing
 - Kontrolle über Ressourcen liegt beim Nutzer
 - ▶ Ermöglicht Nutzer-spezifische Konfigurationen und Infrastrukturen
 - ▶ Dynamische Bereitstellung benötigter Ressourcen
 - ▶ Isolation verschiedener Nutzer durch Virtualisierung



- Sky Computing
 - Dynamisch bereitgestellte, verteilte Umgebungen
 - ▶ Einbeziehung mehrerer Clouds in virtuelle Umgebung
 - ▶ Vorteil gegenüber Grids: Kontrolle liegt beim Nutzer
 - Herausforderungen
 - ▶ Schnelle Bereitstellung isolierter Netze bei heterogenen Ressourcen
 - ▶ Berücksichtigung unterschiedlicher Konnektivität
 - ▶ Performance muss trotz notwendiger Kommunikation hoch sein

- Motivation
 - Wie könnte Kommunikation bzw. das Internet in 10-15 Jahren aussehen?
 - ▶ ... und wie kann man dorthin gelangen?
- Probleme heutiger Netze
 - Die Anforderungen haben sich von der ersten Nutzung des Internets zur heutigen Zeit stark verändert
 - ▶ Im gleichen Maße haben sich auch die Möglichkeiten verändert
 - „Flickenteppich“
 - ▶ An vielen Punkten werden neue Funktionalitäten benötigt und zusätzliche Protokolle an bisherige Funktionalität „angebaut“
 - ▶ z.B. Routing, Dienstgüte, Sicherheit
 - ▶ Bei den ursprünglichen Protokollen des Internets wurde an bestimmte Probleme noch gar nicht gedacht, z.B.
 - ▶ Sicherheit: Spam, Denial-of-Service-Angriffe, Vertrauen
 - ▶ Echtzeitanwendungen



- Clean Slate Ansatz

- Neue Herangehensweise aus heutiger Sicht der Dinge
- Design eines „neuen Netzes“ unter Berücksichtigung aller bekannten Probleme
- Mögliche Forschungsbereiche
 - ▶ Günstige, offene Infrastruktur für die Kommunikation mit günstigen, allgegenwärtigen Endsystemen wie z.B. Sensoren
 - ▶ Einfluss der Lokation eines Endsystems auf Kommunikation
 - ▶ Robustheit, Sicherheit, Vertrauen, Datenschutz
 - ▶ Skalierbarkeit: Lokale statt globaler Kommunikation wird immer häufiger benötigt
 - ▶ Veränderungen durch Quantencomputing
 - ▶ Anforderungen der Nutzer – nicht nur die des Netzes – sollten in die Kontrollebene einbezogen werden
 - ▶ Energie-bewusste bzw. Energie-sparende Kommunikation



Bücher

[Hals05] F. Halsall; **Computer Networking and the Internet**; Addison Wesley, 5. Auflage, 2005

Vertiefende Literatur

[Bund08] Bundesnetzagentur; **Jahresbericht 2008**; 2008

[Bund09] Bundesnetzagentur; **Tätigkeitsbericht 2008/09 für den Bereich Telekommunikation**; 2009

[CPBD05] David D. Clark, Craig Partridge, Robert T. Braden, Bruce Davie et al.; **Making the World (of Communications) a Different Place**; ACM Sigcomm Computer Communication Review, Vol. 35, Issue 2, pp. 91-96, July 2005

[DeTe07] Deutsche Telekom AG; **VDSL-Ausbau in Deutschland**; 2007,
<https://eki-pi.t-home.de/info-iptv/app/webroot/swf/vdsl.swf>

[DPKM09] M. D. Dikaiakos, George Pallis, Dimitrios Katsaros, Pankaj Mehra, Athena Vakali; **Cloud Computing: Distributed Internet Computing for IT and Scientific Research**; IEEE Internet Computing, Vol. 13, No. 5, Seite 10-13, Oktober 2009.

[Fost02] Ian Foster; What is the Grid? A Three Point Checklist; GRIDtoday, Vol.1, No. 6, Juli 2002.

[FYRL08] I. Foster and Z. Yong and I. Raicu and S. Lu; **Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared**; Proc. of the Grid Computing Environments Workshop, Austin, Texas, USA, November 2008.

- [Gens08] Frank Gens; **IT Cloud Services User Survey, pt.1: Crossing the Chasm**; IDC Survey, <http://blogs.idc.com/ie/?p=205>, September 2008.
- [Gott07] Derek Gottfried; **Self-service, Prorated Super Computing Fun!**; The New York Times Open Blog; <http://open.blogs.nytimes.com/2007/11/01/self-service-prorated-super-computing-fun/>, November 2007.
- [Herr08] Wolfgang Herrmann; **Cloud Computing – das Buzzword des Jahres?**; Computerwoche, April 2008.
- [ITU99] ITU; **G.992.1 – Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers**; 1999
- [ITU06] ITU; **G.993.2 – Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2)**; Februar 2006
- [Koss06] Axel Kossel; **Breiterband: Schneller Internet-Zugang mit ADSL2+**; c't 2006, Heft 11
- [KTMF09] K. Keahey, M. Tsugawa, A. Matsunaga, J. Fortes; **Sky Computing**; IEEE Internet Computing, Vol. 13, No. 5, Seite 43-51, Oktober 2009.
- [Leib09] Barry Leiba; **Having One's Head in the Cloud**; IEEE Internet Computing, Vol. 13, No. 5, Seite 4-6, Oktober 2009.
- [RoVC01] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon; **Multiprotocol Label Switching Architecture**; RFC 3031, IETF, Januar, 2001
- [SkZi06] Holger Skurk, Dušan Živadinović; **In der Kürze... Wie VDSL2 funktioniert und wofür man es braucht**; c't 2006, Heft 13, Seite 236ff.
- [ZiEA06] Dusan Zivadinovic, Johannes Endres, Ernst Ahlers; **Hilfsbremsen und Schnellstarter: 14 WLAN-Router für ADSL2+**; c't 2006, Heft 11