

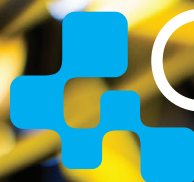
# GWDG NACHRICHTEN 07|15

eResearch-Rat des  
Göttingen Campus  
gegründet

.....  
Abschluss des  
Projektes „Cloud4E“

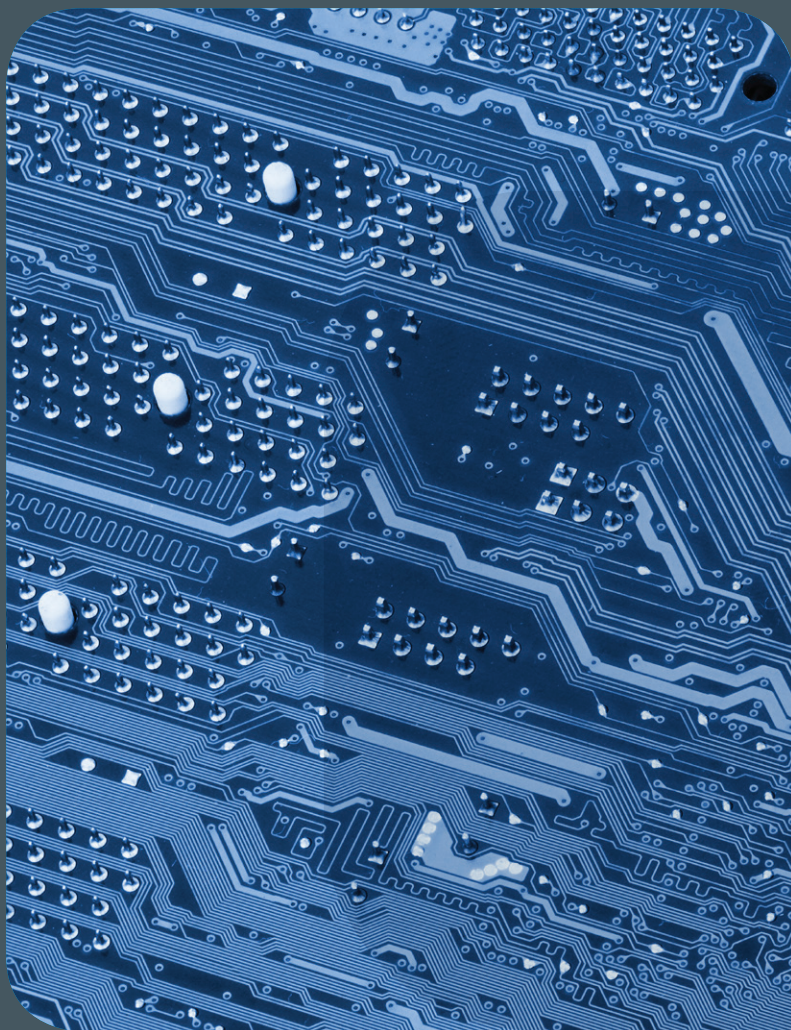
.....  
EU-Projekt „Nephele“

ZEITSCHRIFT FÜR DIE KUNDEN DER GWDG



# GWDG

Gesellschaft für wissenschaftliche  
Datenverarbeitung mbH Göttingen



## GWDG NACHRICHTEN

# 07|15 Inhalt

.....

**4 Rat für digitale Forschungsmethoden  
gegründet 6 Abschluss des Projektes „Cloud4E“  
8 Horizon 2020 Project „Nephele“ – End-to-End  
scalable and dynamically reconfigurable optical  
Architecture for Application-aware SDN Cloud  
Data Centres 12 Kurz & knapp 14 Kurse**

### Impressum

.....

Zeitschrift für die Kunden der GWDG

ISSN 0940-4686  
38. Jahrgang  
Ausgabe 7/2015

**Erscheinungsweise:**  
monatlich

[www.gwdg.de/gwdg-nr](http://www.gwdg.de/gwdg-nr)

**Auflage:**  
550

**Fotos:**

© Alex Tihonov - Fotolia.com (1)  
© momius - Fotolia.com (5)  
© xiaoliangge - Fotolia.com (13)  
© MPI/bpc-Medienservice (3)  
© Pressestelle der Universität Göttingen (4)  
© GWDG (2, 14)

**Herausgeber:**

Gesellschaft für wissenschaftliche  
Datenverarbeitung mbH Göttingen  
Am Faßberg 11  
37077 Göttingen  
Tel.: 0551 201-1510  
Fax: 0551 201-2150

**Redaktion:**  
Dr. Thomas Otto  
E-Mail: [thomas.otto@gwdg.de](mailto:thomas.otto@gwdg.de)

**Herstellung:**  
Maria Geraci  
E-Mail: [maria.geraci@gwdg.de](mailto:maria.geraci@gwdg.de)

**Druck:**  
Kreationszeit GmbH, Rosdorf



Prof. Dr. Ramin Yahyapour  
ramin.yahyapour@gwdg.de  
0551 201-1545

## *Liebe Kunden und Freunde der GWDG,*

*Scientific Computing, also der Einsatz von hochspezialisierten Rechnerinfrastrukturen zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen, gewinnt seit Jahren stetig an Bedeutung. Waren vor einigen Jahren nur einzelne Disziplinen wie Physik oder Ingenieurwissenschaften die Hauptanwender, so findet Scientific Computing zunehmend Einzug in andere Bereiche wie beispielsweise Lebenswissenschaften, Soziologie oder Digital Humanities. Die effiziente Verwendung von größeren Parallelrechnersystemen ist leider immer noch eine komplexe Aufgabe und erfordert diverse Informatik-Kenntnisse von Rechnerarchitektur bis Software-Entwicklung. Größere Rechnersysteme können ansonsten nicht wirklich die erhoffte Leistung liefern. In Anbetracht der hohen Investitions- und Betriebskosten bei Hoch- und Höchstleistungsrechnen ist eine möglichst effiziente Rechnernutzung essentiell. Um das notwendige Know-how in den diversen Disziplinen aufzubauen, gibt es einen Bedarf an Lehr- und Unterstützungsangeboten. Dies wird meines Erachtens noch unterschätzt und behindert teilweise den möglichen wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn, obwohl die Technologien verfügbar sind.*

*Wir versuchen hierbei unseren Beitrag zu leisten, indem die GWDG neben dem effizienten Betrieb von Infrastruktur für Scientific Computing auch unterschiedliche Beratungsleistungen bei der Code-Optimierung und im Umgang mit Werkzeugen anbietet. Weiterführende Informationen hierzu finden Sie unter [hpc.gwdg.de](http://hpc.gwdg.de).*

**Ramin Yahyapour**

GWDG – IT in der Wissenschaft



## Rat für digitale Forschungsmethoden gegründet

### Text:

Pressemitteilung Nr. 134/2015 der Georg-August-Universität Göttingen vom 03.06.2015

eResearch-Rat des Göttingen Campus nimmt Arbeit auf – Etablierung und Ausbau von Infrastrukturen

„eResearch“ unterstützt innovative Forschung durch die optimale Verwendung neuer digitaler und technologischer Methoden. Am 2. Juni 2015 hat der eResearch-Rat des Göttingen Campus mit seiner konstituierenden Sitzung im Tagungszentrum an der Historischen Sternwarte der Universität Göttingen seine Arbeit aufgenommen. Als strategisches Beratungsorgan der Göttingen eResearch Alliance – einem Gremium für Fragen zur digitalen Forschung – wird der eResearch-Rat kontinuierlich disziplin- und institutionsübergreifende Aktivitäten für zukunftsorientierte „eResearch“-Themen und -Methoden für den Wissenschaftsstandort Göttingen begleiten, um sie nachhaltig in Forschung und Lehre zu etablieren. Dem ehrenamtlichen Gremium gehören rund dreißig Vertreterinnen und Vertreter aller Fakultäten der Universität Göttingen und der außeruniversitären Forschungseinrichtungen am Wissenschaftsstandort Göttingen an.

„eResearch ist für die Stärkung der Forschung am Göttingen Campus und die Rolle des Rates für die zukünftige strategische Ausrichtung von enormer Bedeutung“, unterstrich Prof. Dr. Norbert Lossau, Vizepräsident für Infrastrukturen an der Universität Göttingen, auf der konstituierenden Sitzung. Der Göttinger eResearch-Rat wird sich in halbjährlichen Treffen mit strategischen Fragen zu Etablierung und Ausbau der eResearch-Infrastrukturen

### Council for digital research methods founded

„eResearch“ supports innovative research through the optimized use of new digital and technological methods. On June 2, 2015, the eResearch Council of Göttingen Campus began its work with its constitutive meeting. As a strategic advisory body of the Göttingen eResearch Alliance – a committee for issues of digital research – the eResearch Council will accompany continuously interdisciplinary and interinstitutional activities for future-oriented eResearch topics and methods for the Göttingen Campus in order to establish them sustainable in research and teaching. The honorary committee is composed of around thirty representatives of all faculties of the University of Göttingen and the other non-university research institutions at Göttingen Campus. The Göttingen eResearch Council will deal in semi-annual meetings with strategic issues for establishment and development of eResearch infrastructures at Göttingen Campus and support the Göttingen eResearch Alliance in coordinating and networking of the various activities at Göttingen Campus.

am Göttingen Campus auseinandersetzen und die Göttingen eResearch Alliance dabei unterstützen, die vielfältigen Aktivitäten aufeinander abzustimmen und am Göttingen Campus zu vernetzen. Eine zentrale Rolle wird dabei auch die Verankerung von eResearch-Themen in der akademischen Lehre einnehmen, um auch zukünftige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler grundlegend mit den Möglichkeiten und Herausforderungen des Forschens und Lehrens im digitalen Zeitalter vertraut zu machen.

Die 2014 unter der Leitung der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen (SUB) und der Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen (GWDG) gegründete Göttingen eResearch Alliance unterstützt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Göttingen Campus bei der Verwendung innovativer digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Umsetzung der Forschungsdatenleitlinie der Universität Göttingen,

um als eine der ersten deutschen Universitäten aktiv den Empfehlungen der Hochschulrektorenkonferenz zur nachhaltigen und offenen Bereitstellung von qualitativ hochwertigen Forschungsdaten zu entsprechen.

Nähere Informationen zur Göttingen eResearch Alliance und zur Forschungsdatenleitlinie sind im Internet unter <http://eresearch.uni-goettingen.de> zu finden. ■

#### Kontaktadresse

Dr. Jens Dierkes  
Georg-August-Universität Göttingen  
Referent der Göttingen eResearch Alliance  
Papendiek 14, 37073 Göttingen  
Telefon: (0551) 39-19188  
E-Mail: [info@eresearch.uni-goettingen.de](mailto:info@eresearch.uni-goettingen.de)  
Internet: <http://eresearch.uni-goettingen.de>



# FTP-Server

Eine ergiebige Fundgrube!

## Ihre Anforderung

Sie möchten auf das weltweite OpenSource-Softwareangebot zentral und schnell zugreifen. Sie benötigen Handbücher oder Programmbeschreibungen oder Listings aus Computerzeitschriften. Sie wollen Updates Ihrer Linux- oder FreeBSD-Installation schnell durchführen.

## Unser Angebot

Die GWDG betreibt seit 1992 einen der weltweit bekanntesten FTP-Server, seit sieben Jahren mit leistungsfähigen Ressourcen für schnellen Service

## Ihre Vorteile

- > Großer Datenbestand (30 TByte), weltweit verfügbar
- > Besonders gute Anbindung im GÖNET

- > Aktuelle Software inkl. Updates der gebräuchlichsten Linux-Distributionen
- > Unter pub befindet sich eine aktuell gehaltene locatedb für schnelles Durchsuchen des Bestandes.
- > Alle gängigen Protokolle (http, ftp, rsync und nfs) werden unterstützt.

## Interessiert?

Wenn Sie unseren FTP-Server nutzen möchten, werfen Sie bitte einen Blick auf die u. g. Webseite. Jeder Nutzer kann den FTP-Dienst nutzen. Die Nutzer im GÖNET erreichen in der Regel durch die lokale Anbindung besseren Durchsatz als externe Nutzer.

[>> www.gwdg.de/ftp-server](http://www.gwdg.de/ftp-server)



## Abschluss des Projektes „Cloud4E“

### Text und Kontakt:

Dr. Christian Boehme  
christian.boehme@gwdg.de  
0551 201-1839

Mit dem Ende Januar 2015 abgeschlossenen Technologieprogramm „Trusted Cloud“ wollte das Bundeswirtschaftsministerium „die Entwicklung innovativer, sicherer und rechtskonformer Cloud-Lösungen, die sich insbesondere für den Einsatz im Mittelstand eignen“, fördern. „Cloud4E – Trusted Cloud Computing for Engineering“ war eines der in diesem Rahmen geförderten Projekte. Seine Ergebnisse, zu denen die GWDG maßgeblich beigetragen hat, sollen hier kurz vorgestellt werden.

Die Innovation im Ingenieurwesen ist ein wichtiger Motor des Industriestandorts Deutschland. Von besonderer Bedeutung ist hierbei der Mittelstand. Innovative Entwicklungen sind aber mehr und mehr auf Computer-Unterstützung (CAE, Computer Aided Engineering) angewiesen, wobei vor allem die Simulation als Werkzeug der Produktentwicklung viele Ressourcen erfordert. Gerade für den Mittelstand bietet Cloud-Technologie die Chance, günstig zuverlässige State-of-the-Art-IT-Ressourcen nutzen zu können, ohne vorab die immensen erforderlichen Investitionen in Hardware, Software und Personal stemmen zu müssen.

In Cloud4E hat sich die GWDG mit einem Anbieter von Simulationssoftware (ITI), einem mittelständischen Anwender von und Dienstleister für CAE (ERAS) und zwei Forschungsinstituten (Fraunhofer EAS und Universität Erlangen-Nürnberg) zusammengesetzt, um wesentliche Voraussetzungen für die Bereitstellung von Simulationslösungen auf Cloud-Ressourcen zu erforschen und zu entwickeln. Basierend auf einer Identifikation der wesentlichen Anforderungen an eine Cloud-Schnittstelle zu Simulationssoftware ist ein Software-Stack definiert, umgesetzt und erprobt worden, welcher es ermöglicht, langjährig gewachsene Simulationssoftware über eine Cloud bereitzustellen, und Nutzern eine komfortable Oberfläche zur Steuerung von Cloud-Simulationen zu bieten. Die im Projekt entwickelte Software ist weitestgehend unabhängig von der konkreten Cloud-Plattform, um so Flexibilität bei der Auswahl eines geeigneten Anbieters zu schaffen.

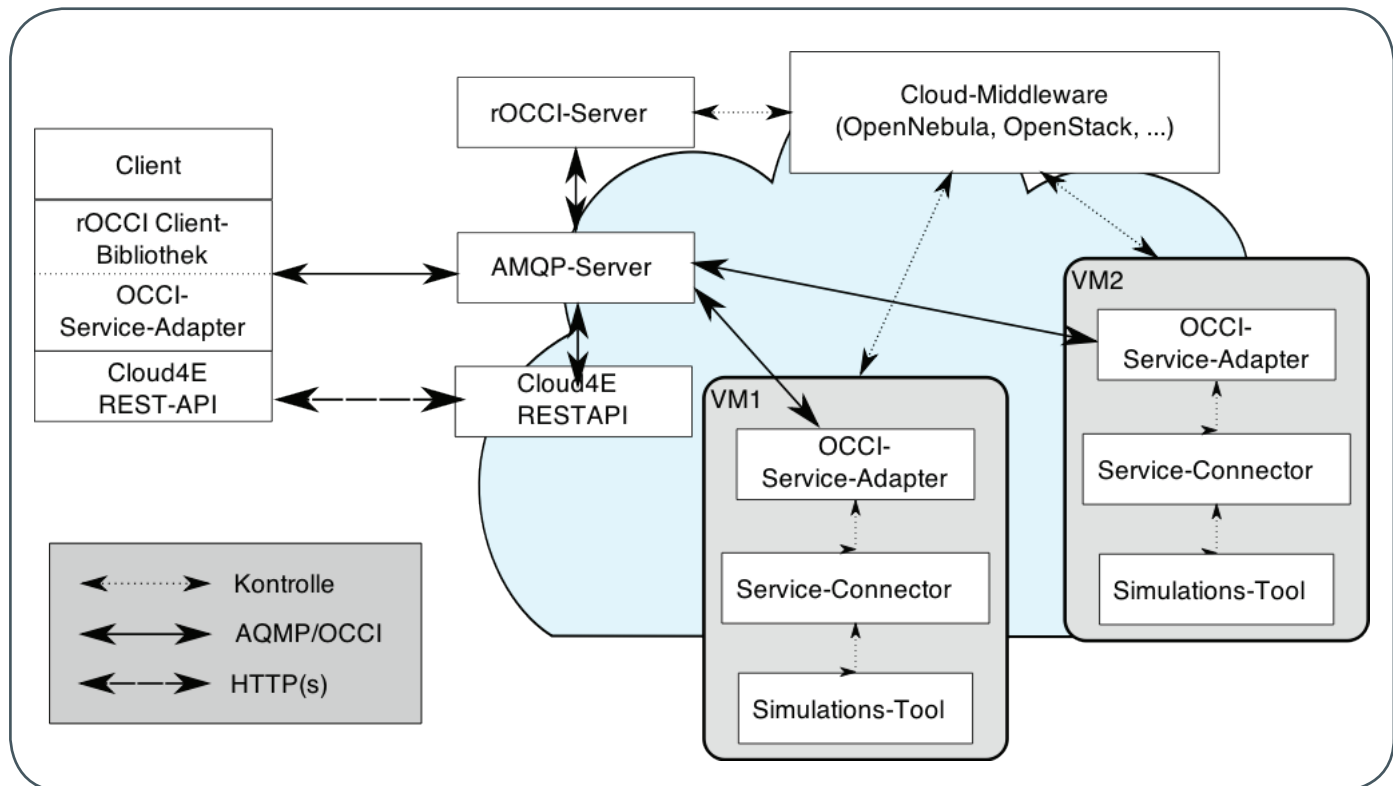
Aufgabe der GWDG war vor allem die Entwicklung und Bereitstellung von Diensten, die zwischen den Hardware-Ressourcen und der eigentlichen Simulationssoftware vermitteln. Abbildung

1 zeigt einen Überblick über die dazu verwendete Technologie. Es würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, die Komponenten und ihre Interaktion im Einzelnen zu erklären. Einige Aspekte sollen aber hier erläutert werden. Von zentraler Bedeutung ist das Open Cloud Computing Interface (OCCI). Diese Programmierschnittstelle für Cloud-bezogene Managementaufgaben zeichnet sich vor allem durch ihre Erweiterbarkeit und hohe Portabilität aus. Die Erweiterbarkeit ermöglicht ihren Einsatz auch für die simulationspezifischen Aufgaben in Cloud4E, die Portabilität auf verschiedene Cloud-Plattformen sichert die gewünschte Anbieterneutralität des Projektes.

Wie Abbildung 1 zeigt, wird OCCI für verschiedene Komponenten der verteilten Architektur von Cloud4E eingesetzt. Zu nennen ist zunächst der Klient, über den der Anwender mit seiner Simulation interagiert. Er kann z. B. als Webanwendung ausgeführt werden, aber auch in ein Simulationsprogramm, welches

### “Cloud4E” project concluded

With the technology program “Trusted Cloud” the German Ministry of Economy and Energy aimed to promote “the development of innovative, secure and law conforming Cloud Computing solutions, which are especially suited for applications in mid tier businesses”. “Cloud4E – Trusted Cloud Computing for Engineering” was one of the projects sponsored in this program. This article gives a summary of its results, to which GWDG has made significant contributions.



1\_ Architektur und Technologieüberblick der Cloud4E-Plattform

auf dem Desktop des Anwenders läuft, integriert werden. Im letzteren Fall kann der Anwender dann nach Anforderung entscheiden, ob eine Simulation auf dem Desktop oder in einer Cloud laufen soll. Beide Ansätze für Klienten wurden in Cloud4E prototypisch umgesetzt. Der rOCCI-Server – das „r“ steht für die Programmiersprache Ruby, in der er implementiert ist, – hat die Aufgabe, die Cloud-Dienste des Anbieters zu steuern, also z. B. das Starten der virtuellen Maschinen (VM) für eine Simulation. In den VM schließlich kommen der OCCI-Service-Adapter und der Service-Connector zum Einsatz. Gemeinsam bilden diese eine OCCI-konforme Repräsentation der Funktionalität des verwendeten Simulationsprogramms, und erlauben es, diese Funktionalität dem Klienten zur Verfügung zu stellen – für diesen verhält es sich dadurch so, als würde die Simulation nicht in einer Cloud, sondern lokal auf demselben Rechner, laufen.

Für die Verbindung zwischen OCCI-Komponenten wird normalerweise das Hypertext Transport Protocol (HTTP) eingesetzt, also das Protokoll, welches auch Grundlage des World Wide Web ist. In Cloud4E kommt stattdessen das Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) zur Anwendung. Es ist besser skalierbar und bietet zusätzliche, nützliche Funktionen. Dazu gehört zum Beispiel das Broadcasting, also die gleichzeitige Übermittlung von Nachrichten an mehrere Empfänger.

Der beschriebene Ansatz von Cloud4E ermöglicht es in einfacher Weise, für die lokale Verwendung gedachte Software oder Softwarekomponenten in einer Cloud bereitzustellen. Seitens des Anbieters der Software ist dazu nur die Erstellung des Service-Connectors nötig. Darin wird er durch die leistungsfähige Bibliothek des OCCI-Service-Adapters unterstützt, so dass häufig nur

ein geringer Aufwand anfällt, wenn aus einer lokalen Anwendung ein Cloud-Dienst gemacht werden soll. Die Sicherheit dieses Ansatzes wird durch Verschlüsselung sowohl des Datentransports als auch der gespeicherten Daten gewährleistet.

Cloud4E wurde auf der Hannover Messe 2014 erstmals einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Die entwickelten Technologien sind Grundlage von internen und geförderten Projekten der GWDG und der Projektpartner. ■

## Projektdaten

**Titel:** Cloud4E – Trusted Cloud Computing for Engineering

**Themenschwerpunkt:** Cloud-Dienste

**Laufzeit:** 01.02.2012 – 31.01.2015

**Instrument:** BMWi Trusted Cloud

**Volumen:** Gesamt 2,8 Mio. Euro, Förderung 2,2 Mio. Euro

**Partner:** ITI Gesellschaft für ingenieurtechnische Informationsverarbeitung mbH, ERAS GmbH, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, GWDG

**Webseite:** <http://www.cloud4e.de>

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Horizon 2020 Project “Nephele” – End-to-End scalable and dynamically reconfigurable optical Archi- tecture for Application-aware SDN Cloud Data Centres

## Text und Kontakt:

Peter Chronz  
peter.chronz@gwdg.de  
0551 201-2163

Nephele belongs to the first projects funded by the European Commission as part of the Horizon 2020 research and innovation programme. This project aims to disrupt data centre networking to enable next-generation data centres. The project goals revolve around hybrid electronic-optical networks, network consolidation, and inter-data centre networking. GWDG is part of Nephele’s consortium and will integrate the Nephele network with cloud computing.

## SUMMARY

Nephele (<http://www.nepheleproject.eu>) is an EU project in the Horizon 2020 programme with an EC contribution of 3 million Euros. The project has commenced in February 2015 and will run for 36 months. The project aims to develop a networking architecture for next generation data centres that resolves roadblocks of current networking technology. The main measures to achieve the project goals are a combination of optical and electronic networking infrastructure and sophisticated, holistic networking control using software-defined networking. The hybrid electronic-optical network will be implemented by building new hardware devices. These devices span hybrid electrical-optical network interface-cards (NICs), top-of-rack (ToR) switches, and so called pod switches. The control logic for the Nephele network will be implemented in a cloud orchestrator by leveraging software-defined networking. The results of this work will be a scalable network with vastly improved energy efficiency, and reduced costs. In addition, Nephele will enable the consolidation of storage and compute networks into a common fabric. Nephele’s advancements will go even beyond a single data centre, since the technology will provide end-to-end quality-of-service (QoS) guarantees for federated data centres.

## INTRODUCTION

Nephele is an EU project in the Horizon 2020 programme. The project has commenced in February 2015 and will run for 36 months. The project aims to develop a networking architecture for next generation data centres that resolves roadblocks of current networking technology. The main measures to achieve the project goals are a combination of optical and electronic networking infrastructure and sophisticated, holistic networking control using software-defined networking.

The project is led by the Institute of Communications and Computer Systems (ICCS) of the National Technical University of Athens (NTUA). The consortium comprises Seagate Systems in the UK, GWDG in Germany, Mellanox Technologies in Israel, Nextworks in Italy, University of Patras in Greece, and Interoute in Italy. The consortium thus is built of industry leaders and proven researchers in the fields of networking and cloud computing. The consortium’s expertise spans from optical and electronic engineering for networking to the use of software-defined networking in cloud computing.

This article will first motivate the project and provide the central problem statement in the next section. The third section



## Partners

PARTNER	COUNTRY
ICCS/National Technical University of Athens (Coordination)	Greece
Seagate Systems (UK) Ltd.	United Kingdom
Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen	Germany
Mellanox Technologies Ltd.	Israel
Nextworks	Italy
University Of Patras	Greece
Interoute	Italy

Figure 1\_Nephele Consortium

will then describe the overall approach and Nephele's high-level architecture. The remaining sections describe important components of the architecture in a bottom-up fashion: smart network interface cards (NICs), top-of-rack (ToR) switches, pod switches, and the cloud orchestrator, which is GWDG's main responsibility in the project.

## PROBLEM STATEMENT

The project's main goal is to develop a networking system that will keep up with the requirements for data centre interconnects for next generation data centres. This goal can be broken down into several sub-goals: improved energy efficiency, scalability, cost reduction, support for disaggregated data centres.

**Energy efficiency** is already a large concern in data centres. If there will be no major advancements in energy efficiency, energy consumption may even become the major showstopper when scaling data centres. In Nephele, we aim to reduce power consumption of the network by 94 %. This enormous improvement will come from a smart combination of optical and electronic networking fabrics.

**Scaling the network** in terms of required IT infrastructure is important since more and more data needs to be processed in data centres. Currently, there is a double digit yearly growth of network traffic. Two thirds of this traffic occur within data centres. So future

data centre networks need to be prepared to handle much more traffic and to connect many more hosts than today. Unfortunately, state-of-the-art data centre networks do not scale as required. Current data centre networks usually employ a networking topology known as fat trees. This topology scales super-linearly with the number of hosts. This poor scaling will in future lead to a point where it will become economically infeasible to add more hosts to a fabric. In Nephele, we will alleviate this scaling problem by implementing a network topology that scales linearly with the number of hosts.

**Costreduction** is another important aspect of data centre networking. Currently, there are two types of data centre networks. The first type is based mostly on commodity technologies that are customized to data centres. Data Centre Ethernet is an example for such a technology. Data centre networking aims to provide features such as lossless connections, which are required in data centres, based on extensions to standard Ethernet. These technologies are relatively cheap compared to specialized data centre networking solutions. Specialized data centre fabrics offer advanced features such as low latencies, high bandwidths, and losslessness. However, these specialized fabrics come with significantly higher costs. In Nephele, we are going to combine electronic and optical networking technologies to provide cost savings of about

## Horizon 2020 Projekt „Nephele“

Nephele ist ein internationales Forschungsprojekt, welches im Zuge des EU-Rahmenprogramms Horizon 2020 mit 3 Millionen Euro gefördert wird. Das Projekt hat im Februar 2015 begonnen und die Projektlaufzeit beträgt 36 Monate. Das Projektziel ist es, eine Netzwerkarchitektur für Rechenzentren der nächsten Generation zu schaffen, welche die Barrieren aktueller Netzwerktechnologien auflöst. Um die Projektziele zu erfüllen, wird eine Reihe an Neuerungen erforscht. Die wichtigsten Neuerungen betreffen die Kombination optischer und elektronischer Netzwerke und die Entwicklung einer fortgeschrittenen, holistischen Kontrollschicht auf Grundlage von Software-defined Networking (SDN). Um das hybride elektronisch-optische Netzwerk zu realisieren, werden neue Hardwarekomponenten entwickelt. Diese Geräte umfassen Netzwerkkarten für Server, Top-of-Rack Switches und sogenannte Pod-Switches. Die Kontrolllogik des Nephele-Netzwerks wird auf Grundlage von Software-defined Networking in einem Cloud-Orchestrator implementiert. Diese Arbeit wird in einem skalierbaren Netzwerk mit stark verbesserter Energieeffizienz und verringerten Kosten münden. Zusätzlich wird das Nephele-Netzwerk es ermöglichen, Rechen- und Speichernetze in einem gemeinsamen Netzwerk zu konsolidieren. Die Fortschritte in Nephele sind dabei nicht auf ein einzelnes Rechenzentrum beschränkt. Nepheles Technologie ermöglicht auch Dienstgütegarantien zwischen Endknoten in föderierten Rechenzentren.

Das Projekt wird durch das ICCS an der National Technical University of Athens koordiniert. Das Konsortium umfasst zudem Seagate Systems im Vereinigten Königreich, die GWDG in Deutschland, Mellanox Technologies in Israel, Nextworks in Italien, die University of Patras in Griechenland und Interoute in Italien.

## Key Facts

**Duration:** 01.02.2015 – 31.01.2018 (36 months)

**Programme:** H2020

**Partners:** 7 Partners across Europe and Israel

**Funding:** H2020-ICT-2014

**EC Contribution:** Grant amount of 3 million EUR



Co-funded by the Horizon 2020  
Framework Programme of the European Union

30 % when compared to state-of-the-art fabrics with comparable specifications.

**Disaggregation of data centres** is another trend, for which the state of the art in networking is not prepared. Scaling, disaster recovery, and cost savings are some of the driving factors to distribute data centres regionally. However, most of the services in a data centre are highly interconnected. Thus, we wish to have a close interconnection of dispersed data centres. These two diametrically opposed trends result in federated data centres. The tight interconnection of data centres poses requirements to the inter-data centre networks that currently cannot be fulfilled. Inter-data centre communication usually happens over optical networks, which are circuit-switched. These circuits provide QoS guarantees, however they cannot be provisioned and de-provisioned dynamically. To provide guaranteed bandwidth at all times, operators over-provision the network, which leads to a waste in resources. Thus, current data centre networks are optimized for north-south traffic, which remains within one data centre. East-west traffic, which traverses data centres, is unnecessarily inefficient. In Nephele, we will develop a system that can dynamically allocate bandwidth to users based on application requirements. For example, for disaster recovery a client may request to transfer many virtual machines from one data centre to another data centre as quickly as possible. Once the transfer has been completed, the resources can be freed up again.

## SYSTEM ARCHITECTURE

Combining optical and electronic networking technologies lies at the heart of Nephele's approach. Nephele follows the idea that one can combine the advantages of electronic and optical networks, while alleviating their disadvantages. Our approach can be broken down into the creation of an all-optical Ethernet network, the creation of hybrid electronic-optical networks, consolidation of compute and storage networks, and the development of a holistic control plane.

The first part of our work is to provide an all-optical Ethernet network based on time division multiple access. While traditional Ethernet allows for a high degree of flexibility, optical networks support high bandwidth and low latencies. One of the major working blocks in Nephele is dedicated to combine the conceptual disparities between the Ethernet protocol and optically-switched networks. The result will be a flexible, high bandwidth, and low-latency Ethernet implementation over fibre. Furthermore, we will improve security in the network layer since the optical medium allows for physical separation of Ethernet packets between tenants. Our implementation of all-optical Ethernet will furthermore enable all-optical data transfer within a rack, and later on within the data centre, and even between centres.

Beyond providing all-optical Ethernet, we are going to combine electrical and optical fabrics transparently. The idea of creating a hybrid electronic-optical network is to leverage the advantages of both types of networks. Ethernet's biggest advantage is its flexibility and its low cost. On the other hand, optical networks offer high bandwidth and low latency with very low power consumption. By combining both types of networks in a smart way Nephele's technology features all of those qualities. Custom made hardware and a holistic control plane will allow Nephele to leverage these qualities and offer them as networking services in a transparent way to

end-users.

Nephele's hybrid network with dynamic bandwidth allocation, high capacity, physical separation, and guaranteed QoS will provide all the features required to consolidate compute and storage networks. Nowadays, compute and storage networks are separated. The main reason for this separation are specific QoS requirements of storage networks. For example, storage networks require lossless connections and guaranteed latencies. With Nephele's capability to physically separate parts of the whole network and to provide QoS guarantees, we can merge compute and storage networks. This consolidation in turn will lead to further cost savings, a simplified physical network infrastructure, and simpler software-based network management.

A holistic control plane will control the network from NICs, via top-of-rack switches (ToR) via pod switches to inter-data centre communication. This holistic control plane is another major feature of Nephele. Since Nephele will provide the means for hardware reconfigurability, the control plane will be able to control the whole data centre network. This control will be used to implement new routing algorithms that segment parts of the network, guarantee QoS, and avoid hot-spots.

Nephele's complete architecture is shown in the illustration below (see figure 2). At the edge of the network there are several racks with compute nodes in a data centre. These nodes are located in a rack and connected by a top-of-rack switch. Up to eighty of those rack switches can be combined in a pod, which has the pod switch as the central component. With up to eighty racks, each pod can be seen as a large segment of a data centre in itself. Pod switches are then connected in a ring topology, which uses wavelength division multiplexing.

In the following section we will briefly describe the main components in Nephele's architecture. These components comprise smart NICs, ToR switches, pod switches, and a holistic orchestrator for the control plane.

## SMART HYBRID ELECTRONIC-OPTICAL NICs

Nephele's smart NICs provide the interface between individual compute and storage nodes, and their ToR switch. Nephele's NICs are different from off-the-shelf NICs in three ways. **First**, Nephele's smart NICs will support all-optical Ethernet. This in turn will allow for all-optical communication within a rack, between servers in the same pod, and even between servers in different pods. The all-optical communication avoids protocol conversions and electronic conversions. Thus, Nephele's network features high bandwidth and low-latency communication. **Second**, Nephele's smart NICs are hybrid electronic-optical devices. Thus, they can be connected to electronic and optical networks. **Third**, Nephele's smart NICs have additional logic which allows for fully transparent networking, regardless of the actually used physical medium. The smart NICs will be implemented using FPGAs to support both all-optical Ethernet and legacy Ethernet. The FPGA will implement two networking queues, one for optical and one for electronic communication. Different implementations are needed since both queues have different requirements. The main difference between both networks lies in the fact that optical communication does not use buffers and flow control. However, to the clients the communication over the smart NICs will be transparent regardless of the used medium. The throughput goal for the smart NICs is 50 Gb/s.

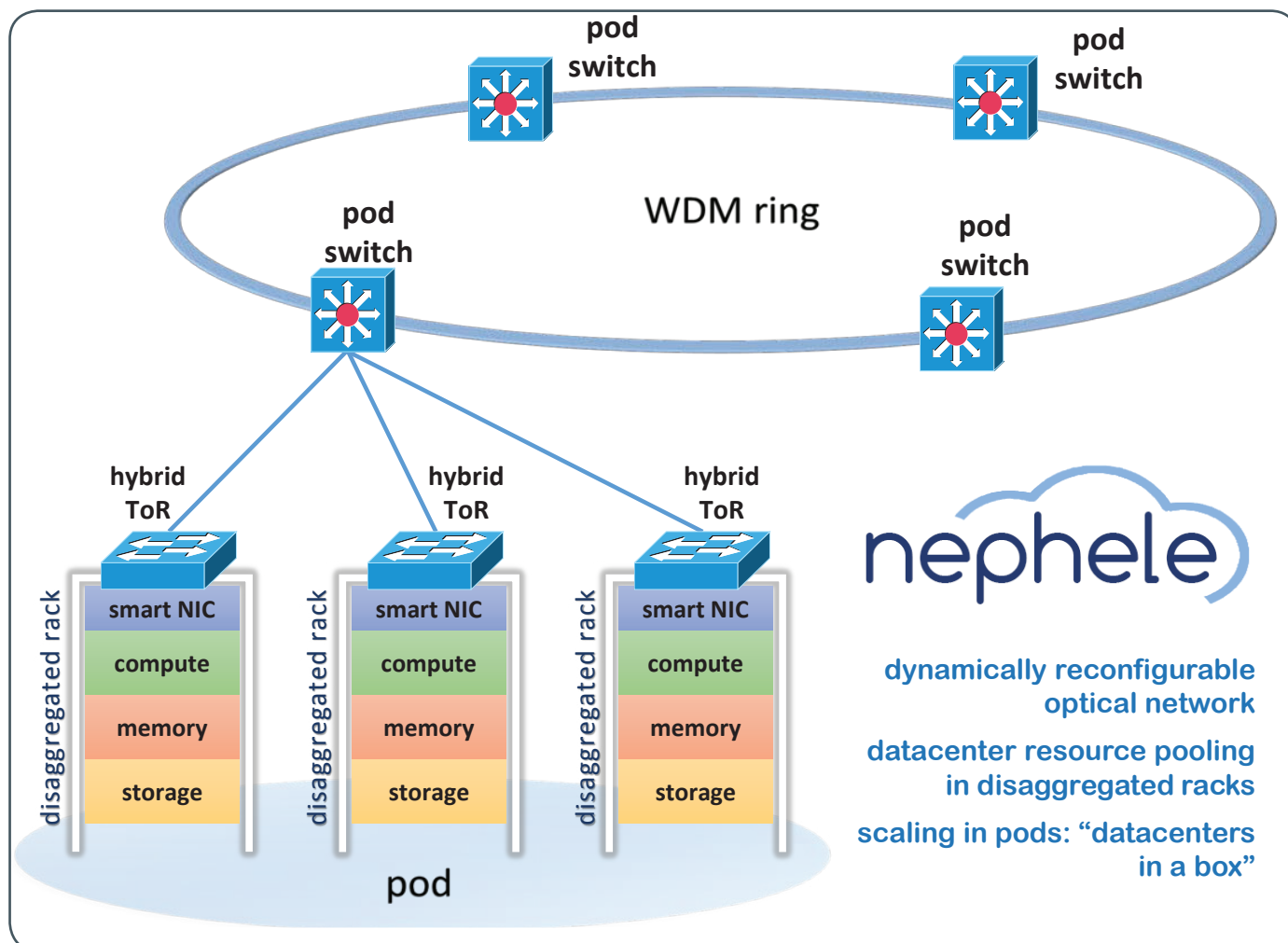


Figure 2\_Nephele's architecture

## HYBRID ELECTRONIC-OPTICAL TOR SWITCHES

Nephele's ToR switches connect to the servers within a rack and to a pod switch. Thus, the ToR switch handles communication between servers via their NICs within a rack. The connection between pod switches handles inter-pod connections. Each ToR switch will contain forty 10 Gb/s ports, which aggregate to 400 Gb/s total throughput. Twenty of the forty ports will serve intra-rack communication while the other twenty ports will handle the communication within the pod switch. Thirty two of the forty ports will serve legacy Ethernet and the remaining eight ports will serve all-optical Ethernet. Inside the rack the ToR switches will provide a latency of 10 ns. Between racks, but within a pod, ToR switches will support 50 ns latency. As with the smart NICs, the implementation of the ToR switches will be carried out using FPGAs.

## HYBRID ELECTRONIC-OPTICAL POD SWITCHES

Nephele's pod switches connect to ToR switches within a pod and to other pod switches. The ToR switches are combined in a star topology in the pod switch, while the pod switches are connected in a ring. The ring uses wavelength division multiplexing to provide multiple, physically separated channels in the ring. One pod contains up to eighty ToRs, which represents either a full data centre or a segment of a single data centre. Pod switches have a 50 ns latency when routing within a pod network. This latency allows

fine switching granularity for communication between racks in a pod. Communication between pods results in a microsecond-scale latency per pod, enabling dynamic allocation of the available resources across the network. A further novelty of Nephele's pod switches is the capability to fine-tune wavelengths of the optical transmitters rapidly. Thus the pod switches are wavelength-selective switches. This rapid fine-tuning allows the pod switch to set up and tear down connections on-demand. In Nephele, we are going to leverage this flexibility to allocate resources as required. The requirements will come from applications that will request certain bandwidths and QoS levels. By being able to provision bandwidth on-demand and by providing QoS guarantees it is not required anymore to overprovision static circuits. Thus resources can be used far more efficiently, which increases the effective bandwidth and reduces costs. Furthermore, the dynamic allocation of networking resources allows to avoid hotspots through re-routing.

## A HOLISTIC CONTROL PLANE

Nephele's holistic control plane implements the control of the Nephele network. The control plane bridges the gap between application requirements and networking commands. The development of the control plane is GWDC's primary responsibility in Nephele.

The control plane's goal is to leverage the flexibility of Nephele's hybrid electronic-optical network to provide benefits to the applications. Nephele's infrastructure uses dynamic

wavelength allocation with slotted operation. The infrastructure itself features Ethernet packet-level switching granularity over the optical interconnect, which in itself is a novelty in the field. However, the switching needs to be controlled by further logic. This logic resides in the control plane. The separation into a data plane and a control plane allows the use of concepts from software-defined networking. In contrast to traditional software-defined networking, Nephele allows for deeper level of control. More specifically, software-defined networking usually provides switching on layer 2. In Nephele the reconfigurable hardware allows us to apply software-defined networking on layer 1.

Due to the novelty of using software-defined networking on layer 1 and due to the combination of optical and electronic networks we will extend OpenFlow, which is a prominent protocol for software-defined networking. The extended protocol and additional routing logic will be implemented in an open-source SDN controller, such as OpenDaylight or Rio. This controller will be integrated with its Nephele extensions into OpenStack. The goal of this integration is to implement application defined networking. This will be facilitated by obtaining application requirements via OpenStack and by feeding the requirements into the SDN controller. The SDN controller will then plan how to provision resources to satisfy all application requirements. The provisioning plan will be translated into networking commands, which will be executed by the data plane, which consists of pod switches, ToR switches, and smart NICs. Since our control plane is capable of controlling the network in layer 1, the network stack will practically collapse. This consolidation of networking layers in turn allows for a quasi-lossless network with quasi-deterministic QoS. Application-defined networking even extends beyond one pod switch to the whole pod ring. Thus Nephele will be able to provide end-to-end SLAs.

To validate Nephele's holistic approach, the GWDG will prepare a big data use case on Nephele's testbed. The big data use case will host a big data application with and without Nephele's infrastructure. We expect to see performance degradation due to interference from other traffic in the data centre in the traditional scenario. The Nephele-enabled scenario will feature stable and improved

performance due to separation of networks and QoS guarantees. The big data use case will be developed in collaboration with the Horizon 2020 project Mikangelo.

## CONCLUSIONS

Nephele aims to develop a networking architecture for next generation data centres that resolves roadblocks of current networking technology. The main measures to achieve the project goals are a combination of optical and electronic networking infrastructure and sophisticated, holistic networking control using software-defined networking. The hybrid electronic-optical network will be implemented by building new hardware devices. These devices span hybrid electrical-optical NICs, top-of-rack switches, and pod switches. The control logic for the Nephele network will be implemented in a cloud orchestrator by leveraging software-defined networking. The results of this work will be a scalable network with vastly improved energy efficiency and reduced costs. In addition, Nephele will enable the consolidation of storage and compute networks into a common fabric. Nephele's advancements will go even beyond a single data centre, since the technology will provide end-to-end QoS guarantees for federated data centres.

For further information please contact Peter Chronz (*peter.chronz@gwdg.de*), Steffen Klemer (*steffen.klemer@gwdg.de*), or Khawar-Munir Abbasi (*khawar-munir.abbasi@gwdg.de*).

## ACKNOWLEDGEMENT

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 645212 (NEPHELE).

## DISCLAIMER

The results of this article reflects only the author's view and the Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains. ●

# Kurz & knapp

## Neue Termine für drei GWDG-Kurse

Kurzfristig wurden folgende drei neuen Kurstermine in das laufende GWDG-Kursprogramm 2015 aufgenommen:

- 12.10.2015: Using the GWDG Scientific Compute Cluster – an Introduction
- 13. – 14.10.2015: Parallelrechnerprogrammierung mit MPI
- 28. – 29.10.2015: Mac OS X im wissenschaftlichen Alltag

Weitere Informationen zu den Kursen sind unter <http://www.gwdg.de/index.php?id=1403> zu finden.

Otto

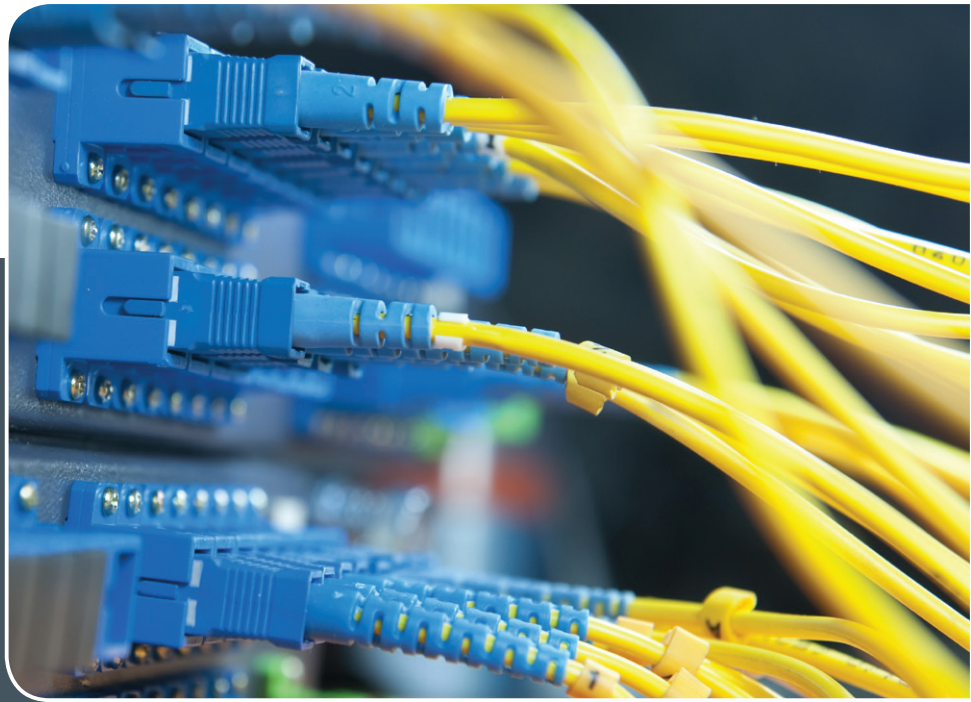
## Zwei neue RRZN-Handbücher verfügbar

Ab sofort sind bei der GWDG folgende zwei neuen RRZN-Handbücher verfügbar:

- InDesign CC – Grundlagen
- Photoshop CC – Grundlagen

Weitere Informationen zu den RRZN-Handbüchern, insbesondere zum Verkauf bei der GWDG, finden Sie unter <http://www.gwdg.de/index.php?id=615>.

Otto



# IP-Adress-Managementsystem

## IP-ADRESS-VERWALTUNG LEICHT GEMACHT!

### Ihre Anforderung

Sie möchten Ihre IP-Adressvergabe, DNS- und DHCP-Dienste (IPv4 und IPv6) zentral und professionell verwalten. Sie möchten die Pflege der IP-, DNS- und DHCP-Daten an eigene Administratoren delegieren. Sie möchten DNS- und DHCP-Dienste über Appliance-Technologie hochverfügbar realisieren.

### Unser Angebot

Wir bieten Ihnen die Mitnutzung unseres mandantenfähigen IP-Adress-Managementsystems (IPAM-Systems) an. Die Adressbestände und DNS-Namensräume können dabei von einem Administrator oder mehreren gepflegt werden. Die Synchronisation der Daten in den zugehörigen DNS- und DHCP-Diensten erfolgt periodisch oder unmittelbar auf Anforderung. DNS- und DHCP-Dienste können über zentral verwaltete Appliances lokal erbracht werden. Wir bieten Schulung Ihrer Administratoren durch GWDG-Spezialisten an.

### Ihre Vorteile

- > Die IPv4- und IPv6-Adressbestände werden professionell verwaltet.
- > Die Konsistenz der Daten im Adress- und Namensraum wird sichergestellt.

- > Die Pflege über die WWW-Schnittstelle ist ohne große Einarbeitung und ohne großes Expertenwissen über DNS- und DHCP-Dienste sowie Betriebssysteme seitens Ihrer Mitarbeiter möglich.
- > Die Delegation der Verwaltung von Teilbereichen des Adress- und Namensraums an verschiedene Sub-Administratoren wird ermöglicht.
- > DNS- und DHCP-Dienste können bei Einsatz von Appliance-Systemen vor Ort hochverfügbar erbracht werden (optional).
- > Nutzung der DNS-Server der GWDG für öffentliche DNS-Datenbestände (ohne Notwendigkeit, dafür einen eigenen Server zu betreiben; optional)

### Interessiert?

Wenn Sie unser IPAM-System nutzen möchten, werfen Sie bitte einen Blick auf die u. g. Webadresse. Ihr Institut muss einen oder mehrere erforderliche Administratoren benennen. Für DNS-Dienste ist die Integration vorhandener DNS-Server oder der Einsatz einer lokalen Appliance nötig. DHCP-Dienste erfordern immer eine lokale Appliance. Lokale Appliances müssen vom Institut beschafft werden (optional; abhängig von den Anforderungen des Instituts).



**INFORMATIONEN:**  
support@gwdg.de  
0551 201-1523

Juli bis  
Dezember 2015

# Kurse

KURS	VORTRAGENDE/R	TERMIN	ANMELDEN BIS	AE
<b>STATISTIK MIT R FÜR TEILNEHMER MIT VORKENNTNISSEN – VON DER ANALYSE ZUM BERICHT</b>	Cordes	01.07. – 02.07.2015 9:00 – 12:00 und 13:00 – 15:30 Uhr	24.06.2015	8
<b>HIGH-LEVEL, HIGH-PERFORMANCE TECHNICAL COMPUTING WITH JULIA</b>	Chronz	07.09.2015 9:15 – 16:30 Uhr	31.08.2015	4
<b>EINFÜHRUNG IN WINDOWS 8</b>	Buck	09.09.2015 9:00 – 12:30 Uhr	02.09.2015	2
<b>GRUNDLAGEN DER BILDBEARBEITUNG MIT PHOTOSHOP</b>	Töpfer	14.09. – 15.09.2015 9:30 – 16:00 Uhr	07.09.2015	8
<b>DIE SHAREPOINT-UMGEBUNG DER GWDG</b>	Buck	23.09.2015 9:00 – 12:30 und 13:30 – 15:30 Uhr	16.09.2015	4
<b>INDESIGN – GRUNDLAGEN</b>	Töpfer	28.09. – 29.09.2015 9:30 – 16:00 Uhr	21.09.2015	8
<b>INSTALLATION UND ADMINISTRATION VON WINDOWS 8</b>	Buck	07.10.2015 9:00 – 12:30 und 13:30 – 15:30 Uhr	30.09.2015	4
<b>USING THE GWDG SCIENTIFIC COMPUTE CLUSTER - AN INTRODUCTION</b>	Dr. Boehme, Ehlers	12.10.2015 9:30 – 16:00 Uhr	05.10.2015	4
<b>PARALLELRECHNERPROGRAMMIERUNG MIT MPI</b>	Prof. Haan	13.10. – 14.10.2015 9:15 – 17:00 Uhr	06.10.2015	8
<b>MAC OS X IM WISSENSCHAFTLICHEN ALLTAG</b>	Bartels	28.10. – 29.10.2015 9:30 – 16:30 Uhr	21.10.2015	8

KURS	VORTRAGENDE/R	TERMIN	ANMELDEN BIS	AE
PHOTOSHOP FÜR FORTGESCHRITTENE	Töpfer	02.11. – 03.11.2015 9:30 – 16:00 Uhr	26.10.2015	8
OUTLOOK – E-MAIL UND GROUPWARE	Helmvoigt	05.11.2015 9:15 – 12:00 und 13:00 – 16:00 Uhr	29.10.2015	4
ADMINISTRATION VON PCS IM ACTIVE DIRECTORY DER GWDG	Buck	09.11.2015 9:00 – 12:30 und 13:30 – 15:30 Uhr	02.11.2015	4
EINFÜHRUNG IN DIE STATISTISCHE DATENANALYSE MIT SPSS	Cordes	11.11. – 12.11.2015 9:00 – 12:00 und 13:00 – 15:30 Uhr	04.11.2015	8
INDESIGN – AUFBAUKURS	Töpfer	16.11. – 17.11.2015 9:30 – 16:00 Uhr	09.11.2015	8
EINFÜHRUNG IN DAS IP-ADRESSMANAGEMENTSYSTEM DER GWDG FÜR NETZWERKBEAUFTRAGTE	Dr. Beck	18.11.2015 10:00 – 12:00 Uhr	11.11.2015	2
QUICKSTARTING R: EINE ANWENDUNGSORIENTIERTE EINFÜHRUNG IN DAS STATISTIKPAKET R	Cordes	25.11. – 26.11.2015 9:00 – 12:00 und 13:00 – 15:30 Uhr	18.11.2015	8
UNIX FÜR FORTGESCHRITTENE	Dr. Sippel	30.11. – 02.12.2015 9:15 – 12:00 und 13:15 – 15:30 Uhr	23.11.2015	12
HIGH-LEVEL, HIGH-PERFORMANCE TECHNICAL COMPUTING WITH JULIA	Chronz	03.12.2015 9:15 – 16:30 Uhr	26.11.2015	4
ANGEWANDTE STATISTIK MIT SPSS FÜR NUTZER MIT VORWISSENSSEN	Cordes	09.12. – 10.12.2015 9:00 – 12:00 und 13:00 – 15:30 Uhr	02.12.2015	8
DIE SHAREPOINT-UMGEBUNG DER GWDG	Buck	16.12.2015 9:00 – 12:30 und 13:30 – 15:30 Uhr	09.12.2015	4

#### Teilnehmerkreis

Das Kursangebot der GWDG richtet sich an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus den Instituten der Universität Göttingen und der Max-Planck-Gesellschaft sowie aus einigen anderen wissenschaftlichen Einrichtungen.

#### Anmeldung

Anmeldungen können schriftlich per Brief oder per Fax unter der Nummer 0551 201-2150 an die GWDG, Postfach 2841, 37018 Göttingen oder per E-Mail an die Adresse [support@gwdg.de](mailto:support@gwdg.de) erfolgen. Für die schriftliche Anmeldung steht unter <http://www.gwdg.de/antragsformulare> ein Formular zur Verfügung. Telefonische Anmeldungen können leider nicht angenommen werden.

#### Kosten bzw. Gebühren

Unsere Kurse werden wie die meisten anderen Leistungen der GWDG in Arbeitseinheiten (AE) vom jeweiligen Institutskontingent abgerechnet. Für die Institute der Universität Göttingen und

der Max-Planck-Gesellschaft erfolgt keine Abrechnung in EUR.

#### Absage

Sie können bis zu acht Tagen vor Kursbeginn per E-Mail an [support@gwdg.de](mailto:support@gwdg.de) oder telefonisch unter 0551 201-1523 absagen. Bei späteren Absagen werden allerdings die für die Kurse berechneten AE vom jeweiligen Institutskontingent abgebucht.

#### Kursorte

Alle Kurse finden im Kursraum oder Vortragsraum der GWDG statt. Die Wegbeschreibung zur GWDG sowie der Lageplan sind unter <http://www.gwdg.de/lageplan> zu finden.

#### Kurstermine

Die genauen Kurstermine und -zeiten sowie aktuelle kurzfristige Informationen zu den Kursen, insbesondere zu freien Plätzen, sind unter <http://www.gwdg.de/kurse> zu finden.

