

# Vorlesung

# Datenkommunikation und Sicherheit

# SS 2017

Klaus Wehrle

Communication and Distributed Systems

Chair of Computer Science 4

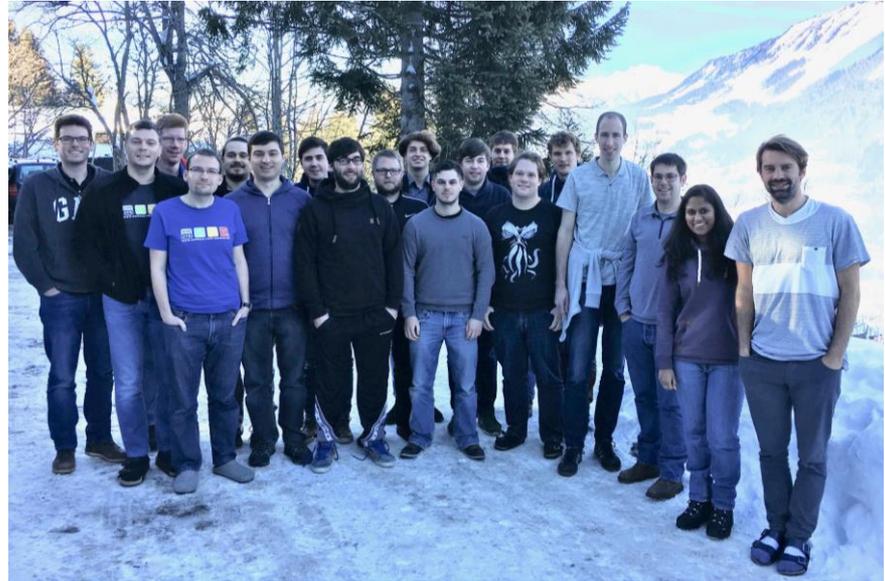
RWTH Aachen University

<http://www.comsys.rwth-aachen.de>

- **Vorstellung**
  - ▶ Lehrstuhl „Kommunikation und Verteilte Systeme“ (COMSYS)
  - ▶ Aktivitäten in Forschung und Lehre
    - *Was ist Datenkommunikation?*
- **Vorlesung „Datenkommunikation und Sicherheit“**
  - ▶ Organisatorisches
  - ▶ Unterlagen
  - ▶ Übungen
  - ▶ Klausuren
  - ▶ Themenübersicht

# Wer sind wir?

- Lehrstuhl für Kommunikation und verteilte Systeme (COMSYS, i4)



## Übungsbetrieb:



Dirk  
Thißen



Roman  
Matzutt



René  
Glebke

## Team-Assistentinnen:



Ulrike  
May



Petra  
Zeidler

# Wo findet man uns?

- Informatikzentrum – Gebäude E3

- ▶ Erdgeschoss

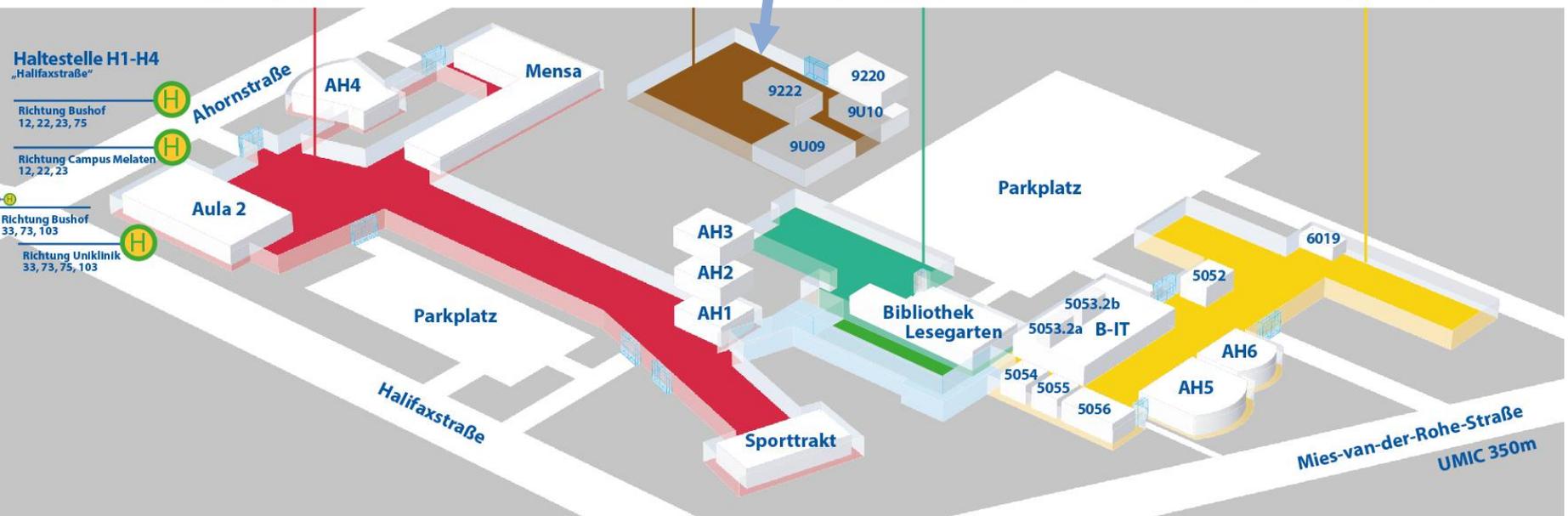
- Eingang im Keller

**H BAU**  
Räume  
2xxx  
HAUPTBAU

**E3**  
Räume  
9xxx  
ERWEITERUNGSBAU 3

**E1**  
Räume  
4xxx  
ERWEITERUNGSBAU 1

**E2**  
Räume  
6xxx  
ERWEITERUNGSBAU 2



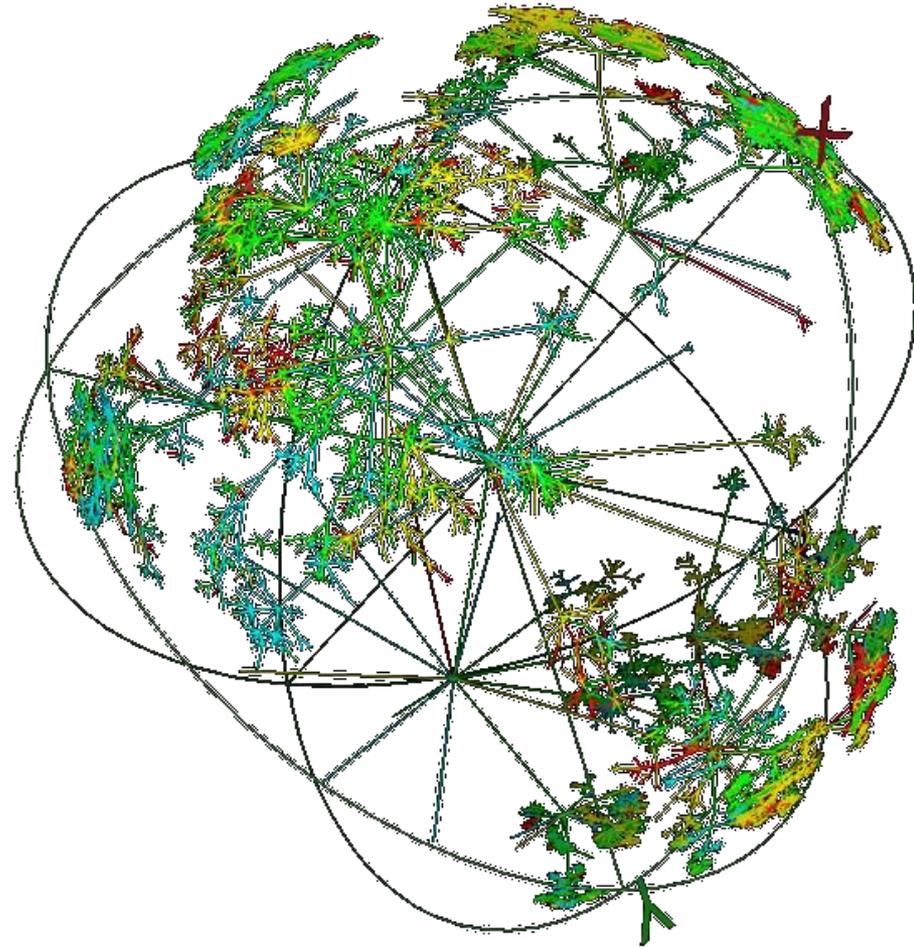
# Was ist Datenkommunikation?

- **Datenkommunikation:**

- ▶ Verarbeitung und Transport von digitalen Daten zwischen Computern und/oder anderen Geräten (i.a. über größere Entfernungen)

- **Das Internet besteht aus**

- ▶ einer Menge von Computern, die
  - dasselbe Netzwerkprotokoll verwenden (TCP/IP)
  - irgendwie (direkt oder indirekt) miteinander verbunden sind
  - gewisse Dienste anbieten oder benutzen
- ▶ einer Menge von (menschlichen oder technischen) Nutzern, die direkten Zugriff auf die angebotenen Dienste haben,
- ▶ einer Menge von weiteren, über Gateways erreichbaren Netzen.



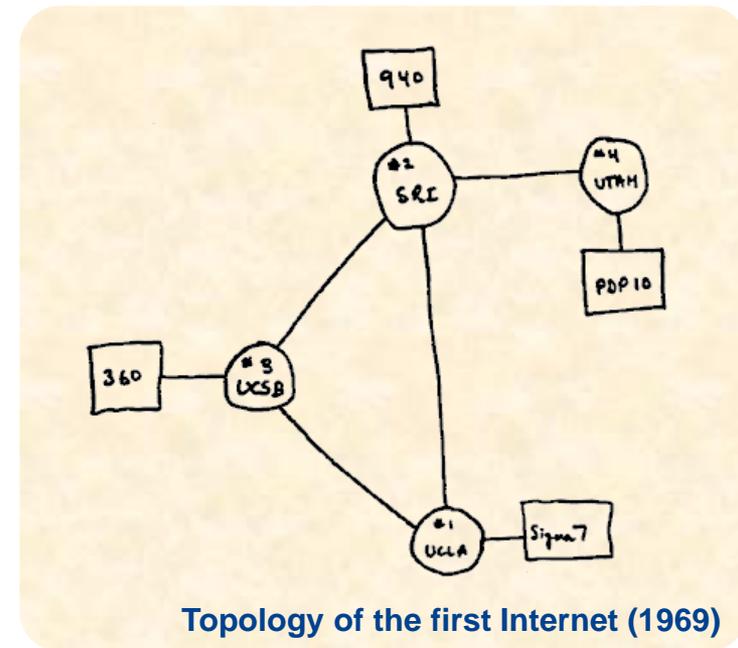
# Entwicklung des Internets

## • Phase 1: Forschungsnetzwerk ARPANET

- ▶ Ziel: *“Verbinden von unabhängigen Knoten, die trotz fehlerhafter Verbindungen / Knoten weiterhin kommunizieren und operieren können“*
- ▶ Ursprüngliches ARPANET erlaubte unmittelbares Einloggen via Telnet und „Filesharing“ via FTP
- ▶ Dezentrale Kommunikation von verteilten, unabhängigen Systemen

→ **Peer-to-Peer-Paradigma**

Research Net

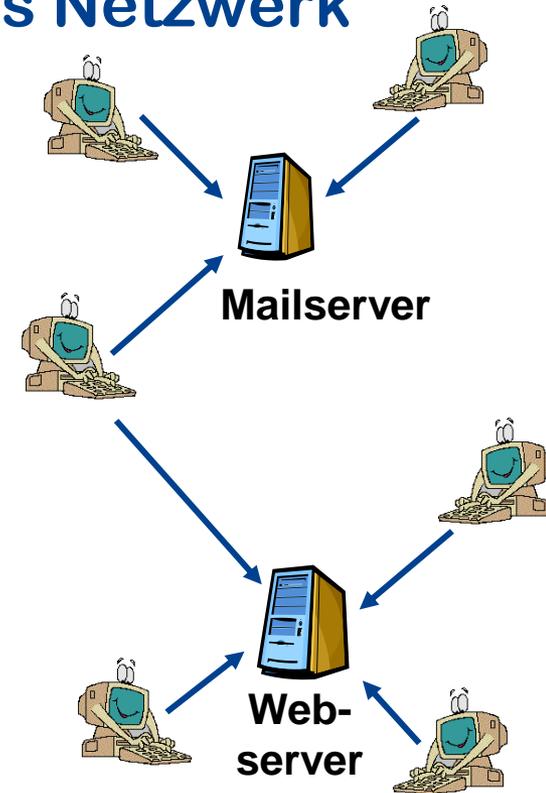


Evolution  
des Internets 1969

# Entwicklung des Internets

## • Phase 2: Öffentliches und kommerzielles Netzwerk

- ▶ Einführung von eMail (1971) und World Wide Web (1991)
- ▶ Zunahme von Client-Server-Applikationen
  - DNS-, Mail-, Web-, FTP-, Gaming-, Database-, DHCP-, News-, File-, Time-, Backup-, ...-server
- ▶ Kontinuierlicher Anstieg an Bandbreite und Nutzerzahl



Research Net

eMail

WWW

Evolution  
des Internets

1969

1971

1991

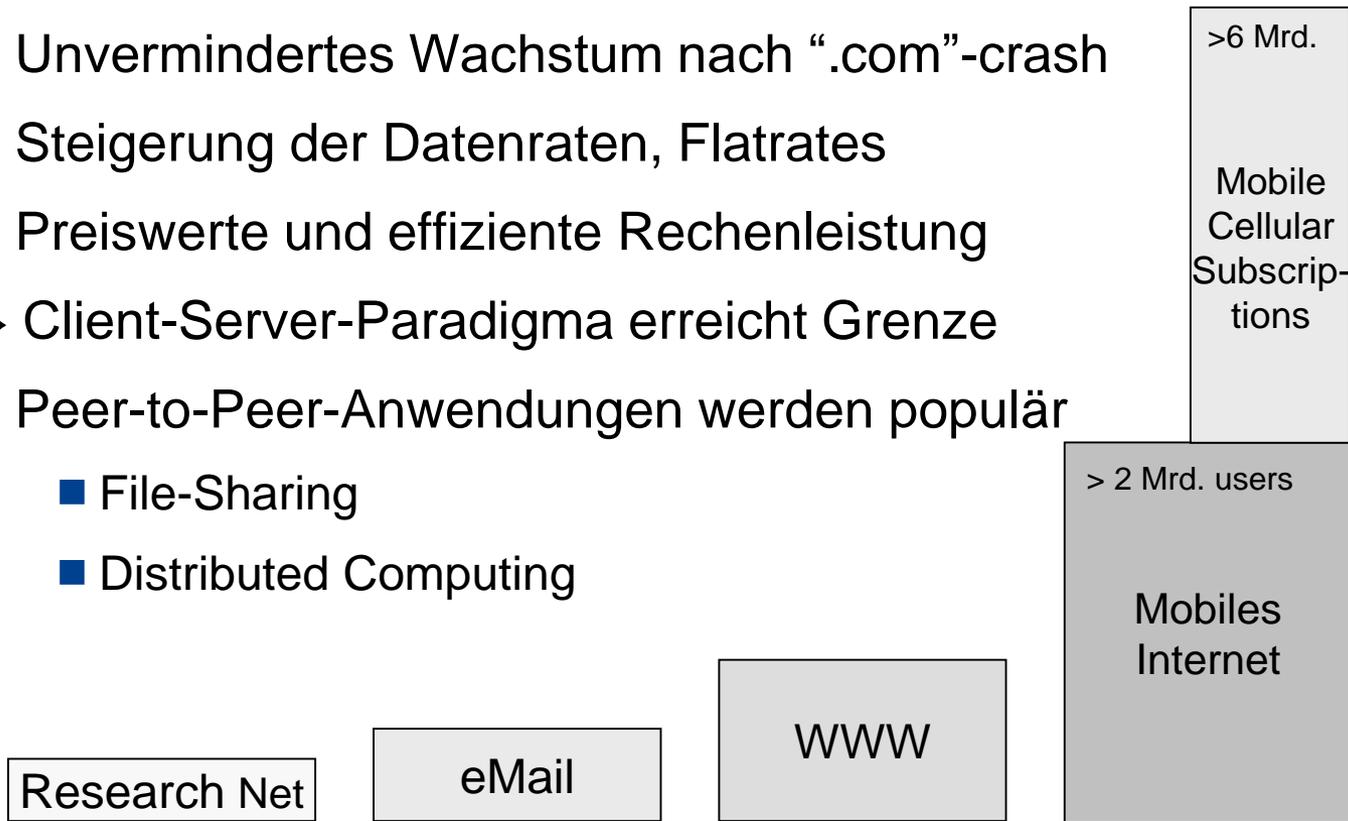
Menschen  
interagieren  
mit  
Menschen

Menschen  
interagieren  
mit  
Maschinen

# Entwicklung des Internets

## • Phase 3: Globales Informations-Netzwerk

- ▶ Unvermindertes Wachstum nach “.com”-crash
- ▶ Steigerung der Datenraten, Flatrates
- ▶ Preiswerte und effiziente Rechenleistung
- Client-Server-Paradigma erreicht Grenze
- ▶ Peer-to-Peer-Anwendungen werden populär
  - File-Sharing
  - Distributed Computing



Evolution  
des Internets

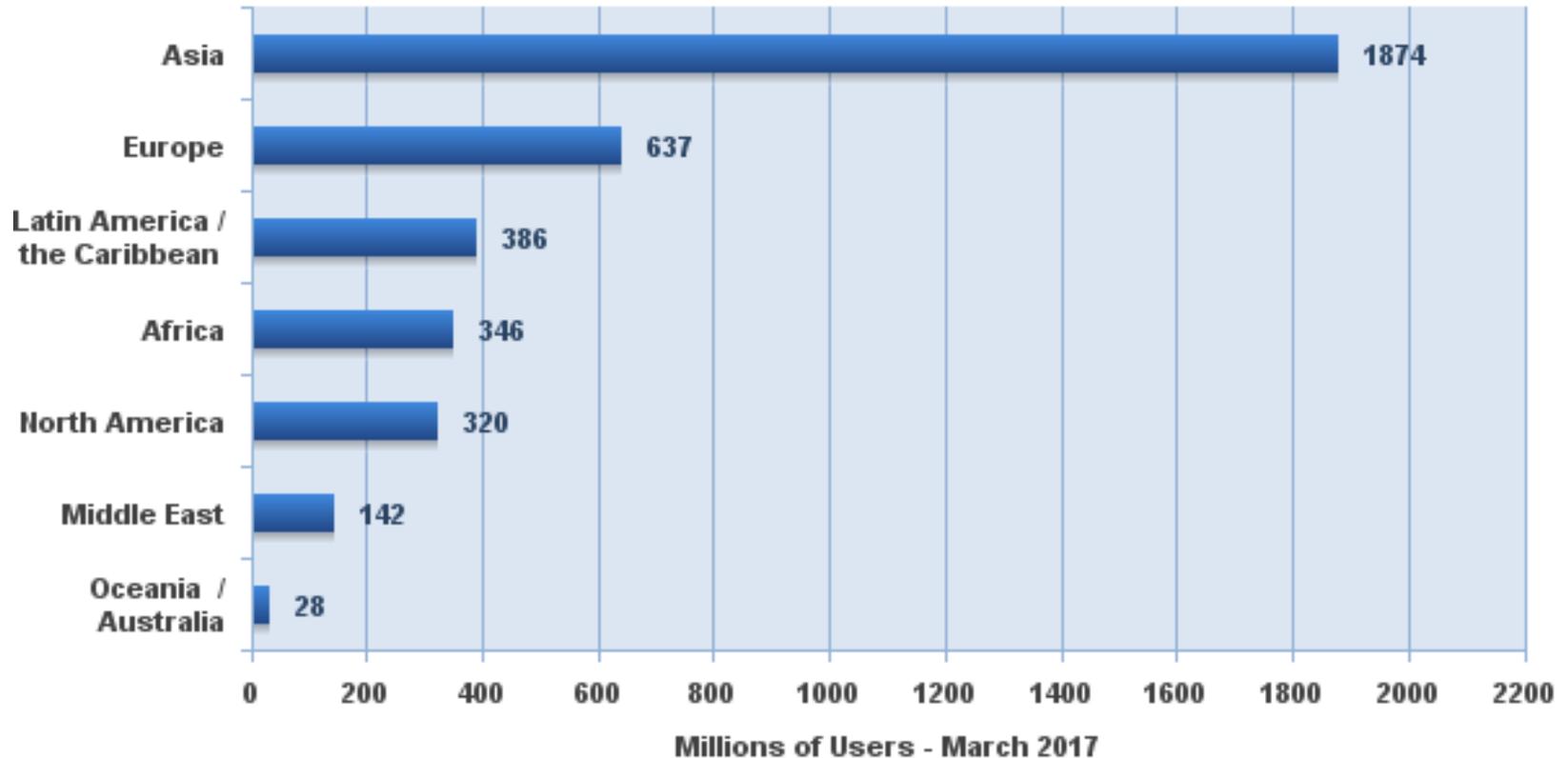
1969

1971

1991

heute

## Internet Users in the World by Geographic Regions - March 25, 2017



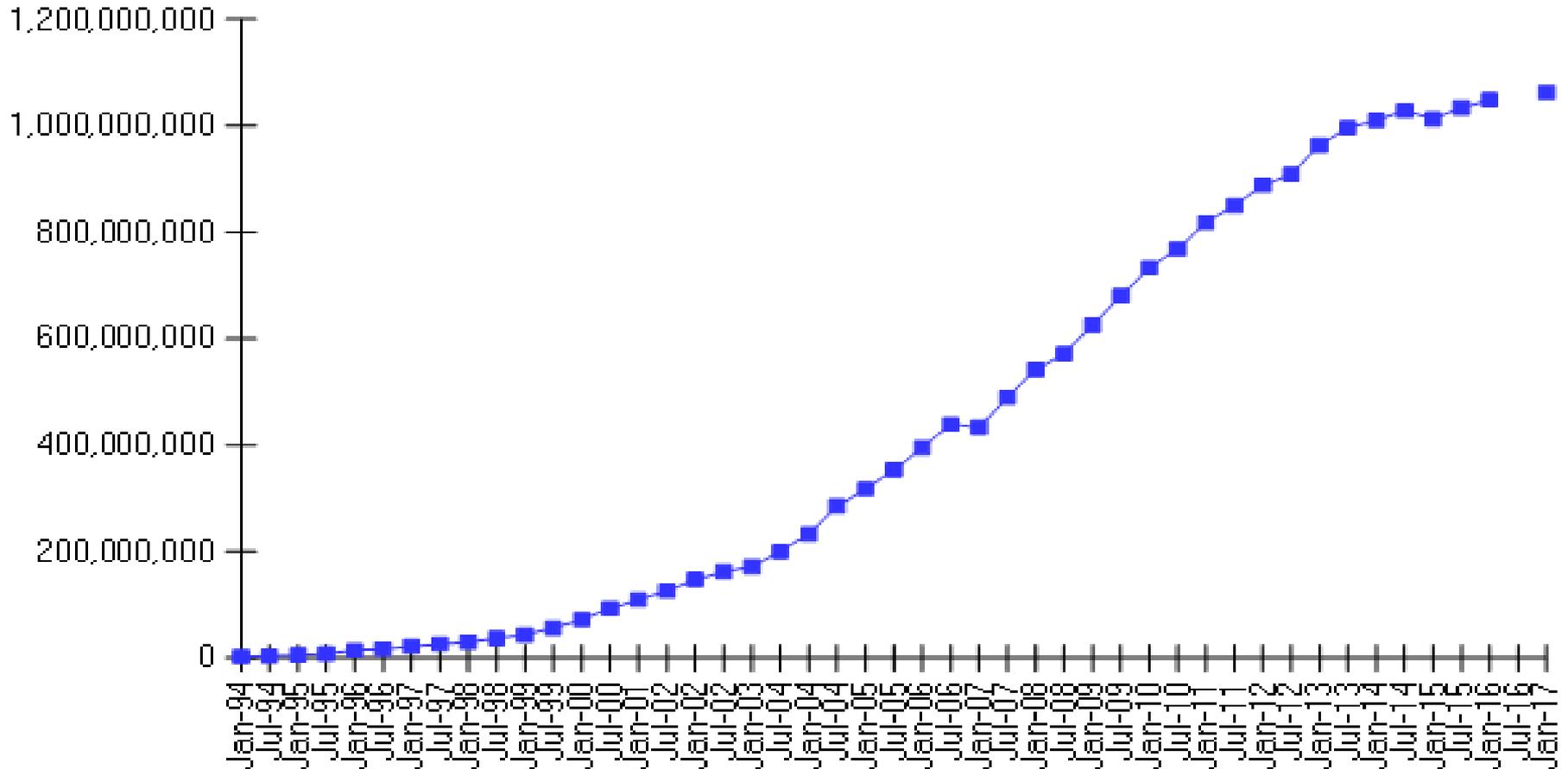
Source: Internet World Stats - [www.internetworldstats.com/stats.htm](http://www.internetworldstats.com/stats.htm)

Basis: 3,731,973,423 Internet users estimated for March 31, 2017

Copyright © 2017, Miniwatts Marketing Group

# Host Count

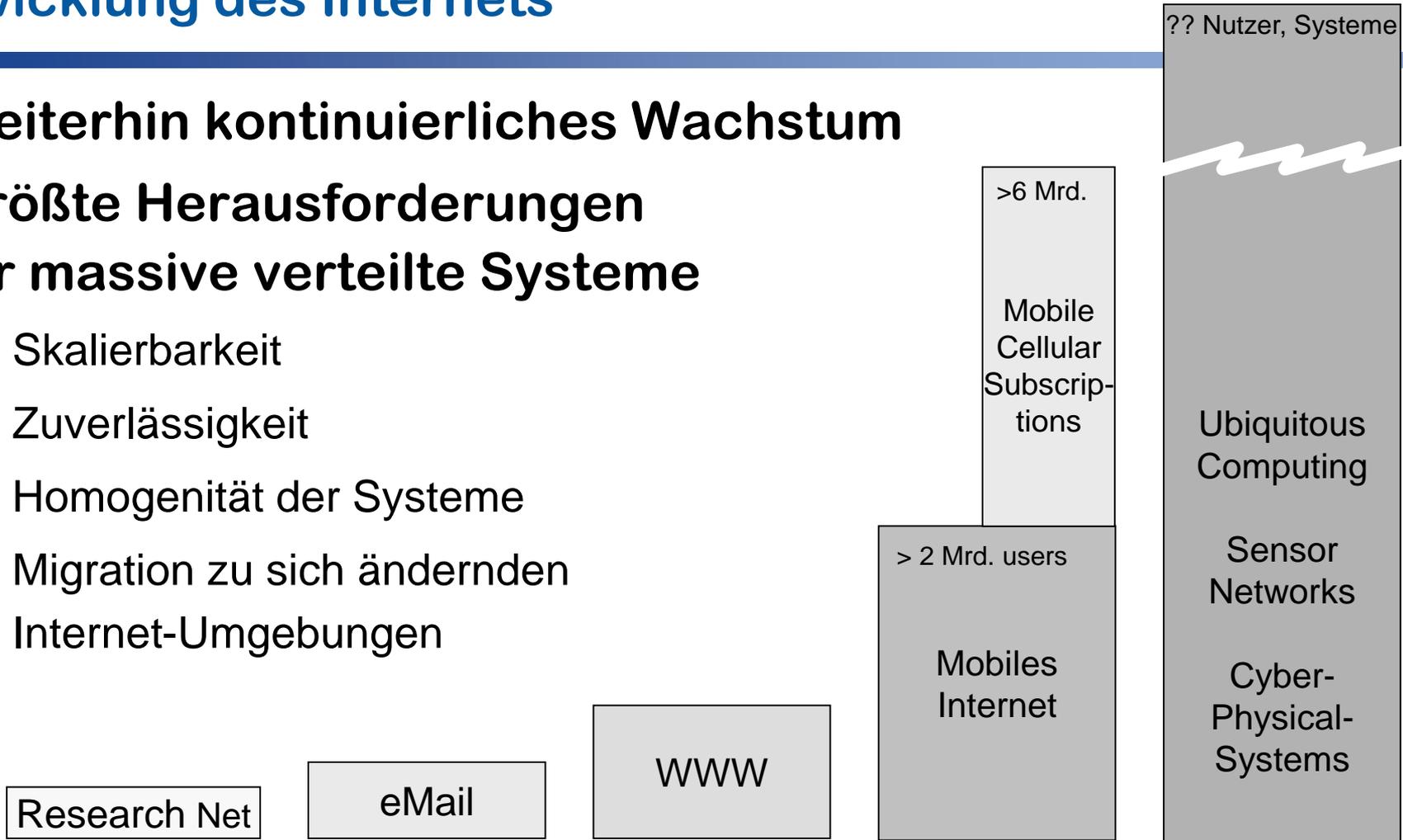
## Internet Domain Survey Host Count



Source: Internet Systems Consortium ([www.isc.org](http://www.isc.org))

# Entwicklung des Internets

- Weiterhin kontinuierliches Wachstum
- Größte Herausforderungen für massive verteilte Systeme
  - ▶ Skalierbarkeit
  - ▶ Zuverlässigkeit
  - ▶ Homogenität der Systeme
  - ▶ Migration zu sich ändernden Internet-Umgebungen



Evolution  
des Internets

1969

1971

1991

heute

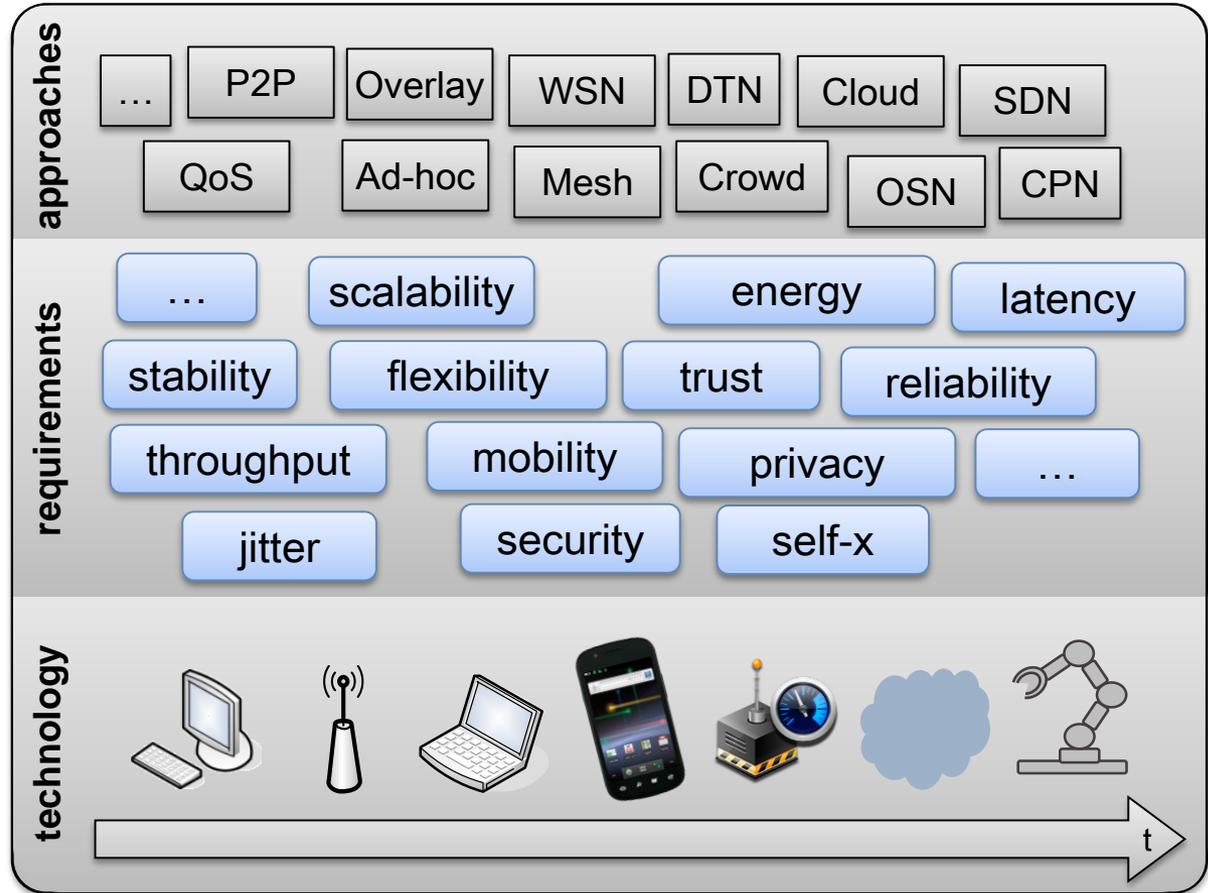
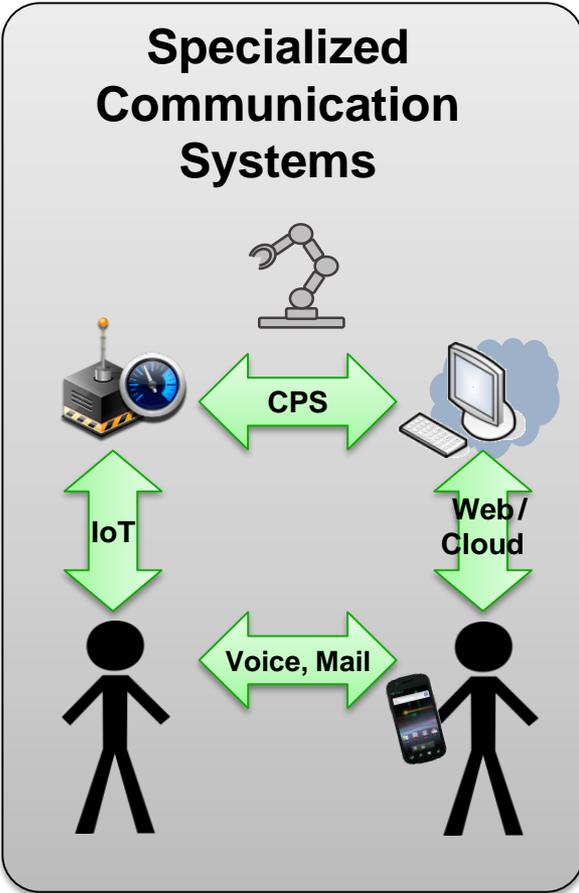
Menschen  
interagieren  
mit  
Menschen

Menschen  
interagieren  
mit  
Maschinen

Maschinen  
interagieren  
mit  
Maschinen

## Specialized Communication Systems

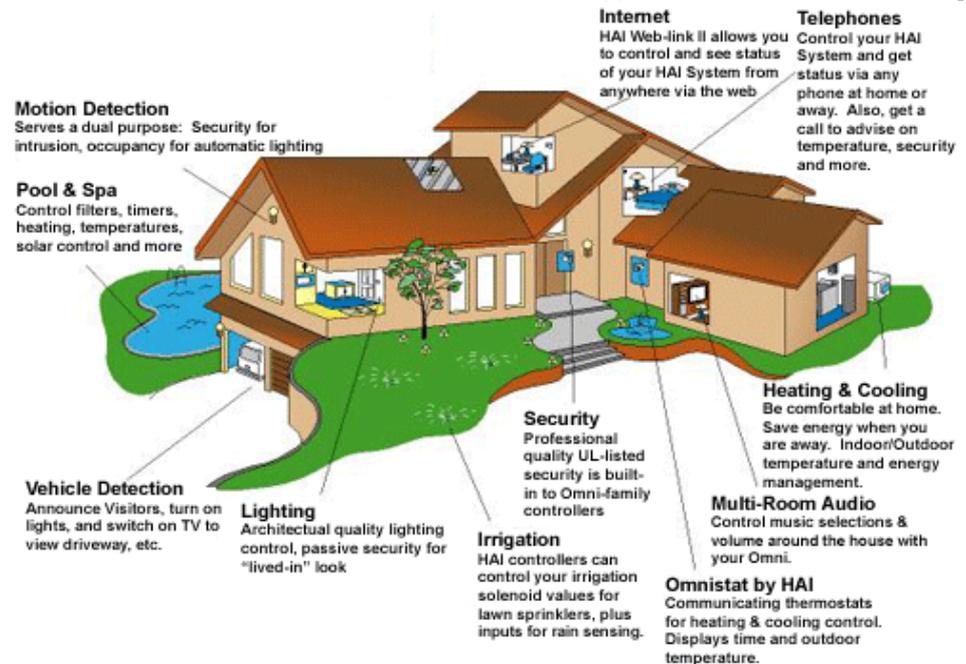
driven by technology and user demands



# Home Automation

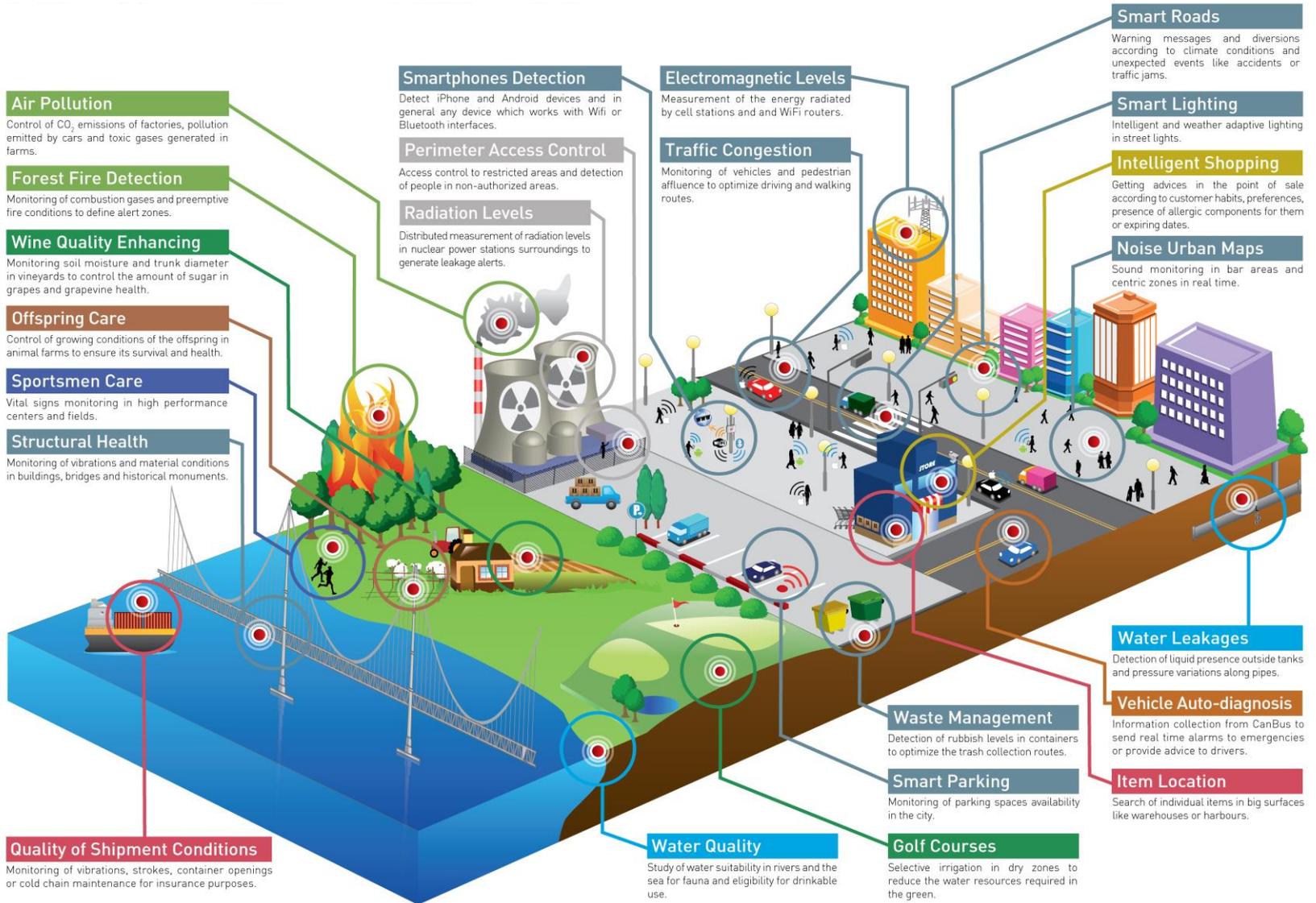
- **Installing sensors for monitoring/controlling the home**

- ▶ Large number of small devices, equipped for communication
- ▶ Maybe access all devices by WiFi with your phone?
  - [http://www.hemagazine.com/iPhone\\_Home\\_Automation\\_Control\\_Apps](http://www.hemagazine.com/iPhone_Home_Automation_Control_Apps)
- ▶ Larger scale: Smart Cities?



[http://www.esl-usa.com/home\\_automation.html](http://www.esl-usa.com/home_automation.html)

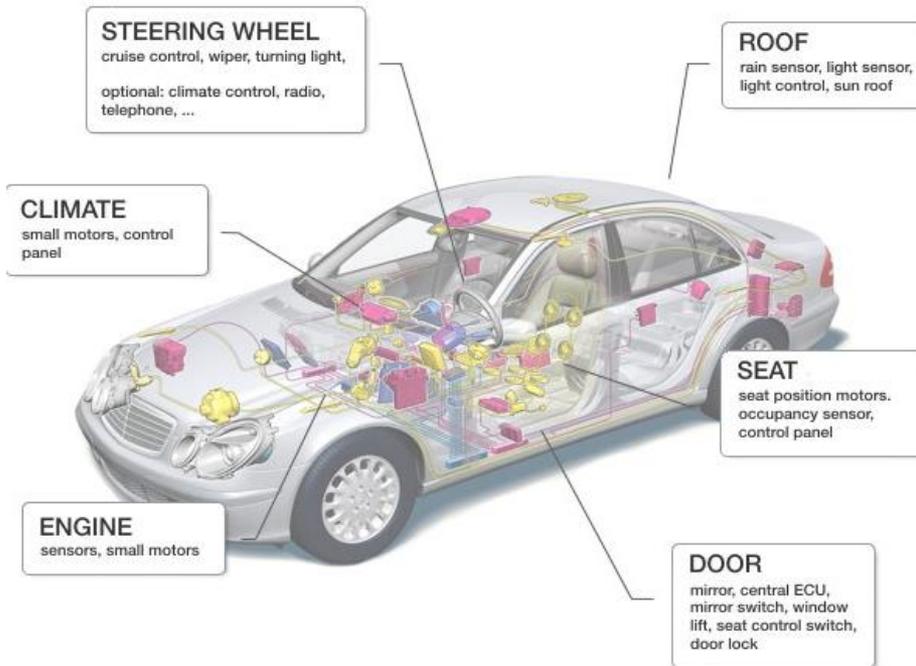
# Smart Cities



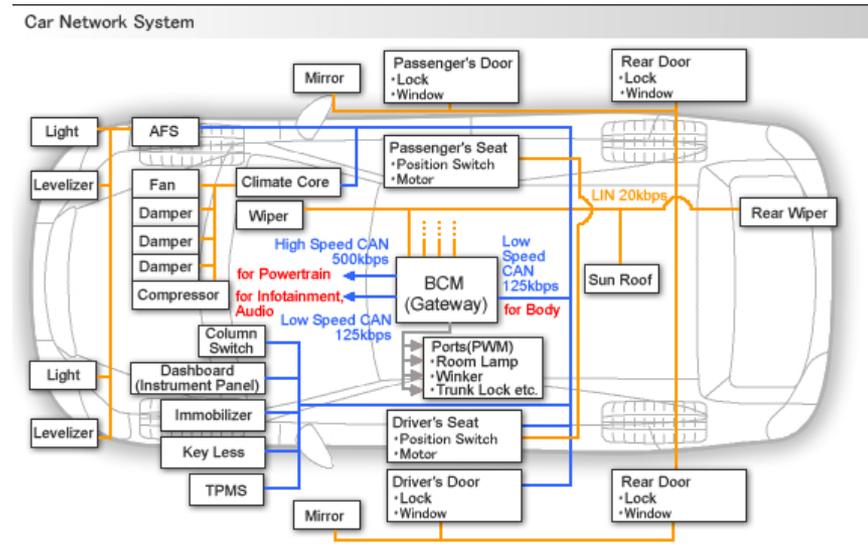
Bildquelle: [www.libelium.com](http://www.libelium.com)

# Automotive Networks

- Cars today contain a huge number of IT
  - ▶ Own car networks for controlling a car's components

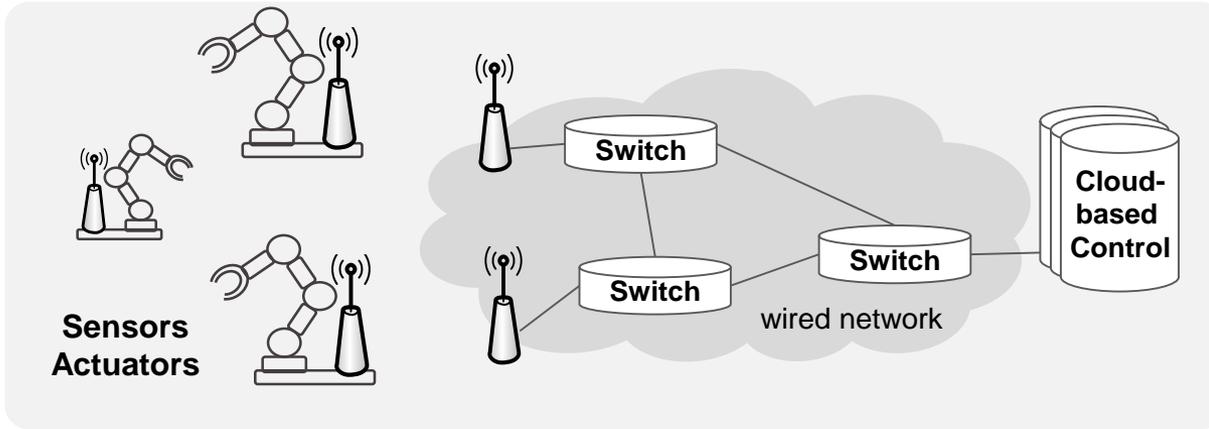


[http://www.lin-subbus.org/img/diagram\\_target\\_applications.jpg](http://www.lin-subbus.org/img/diagram_target_applications.jpg)



[http://www.renesas.com/media/applications/automotive/automotive\\_segment/body/child\\_folder/car\\_network.jpg](http://www.renesas.com/media/applications/automotive/automotive_segment/body/child_folder/car_network.jpg)

# Industrial Automation

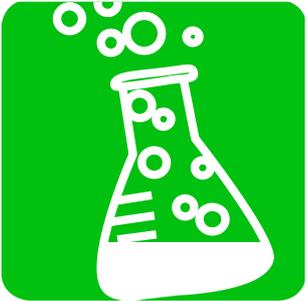


- Diese Vorlesung: *Grundlagen* der Datenkommunikation!



## Teaching at COMSYS

- ▶ Teaching Agenda



## Research at COMSYS

- ▶ Research Vision



## COMSYS Team

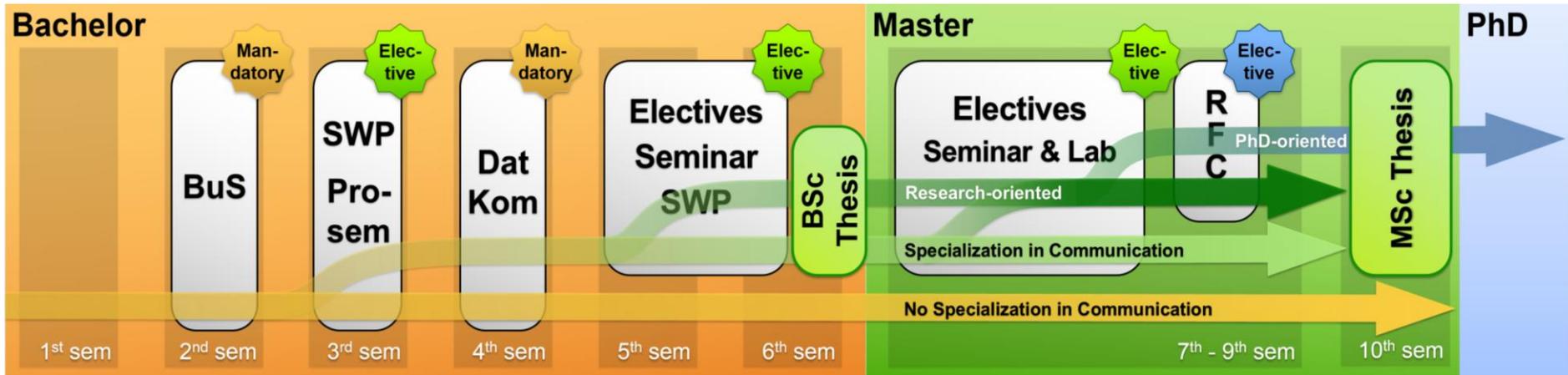


# COMSYS

## Teaching Agenda

<http://comsys.rwth-aachen.de>

# Teaching Agenda – B.Sc. und M.Sc.



<https://www.comsys.rwth-aachen.de/teaching/comsys-course-overview/>

**Man-datory** Pflichtveranstaltungen

**Elec-tive** Bachelor & Master

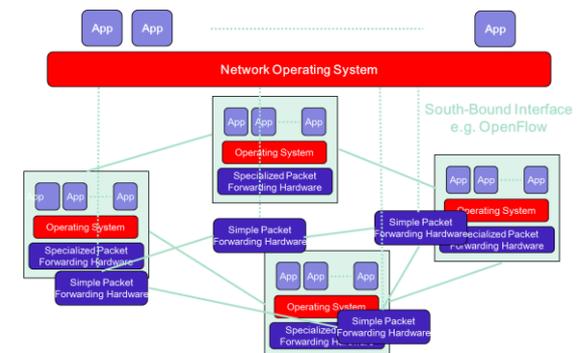
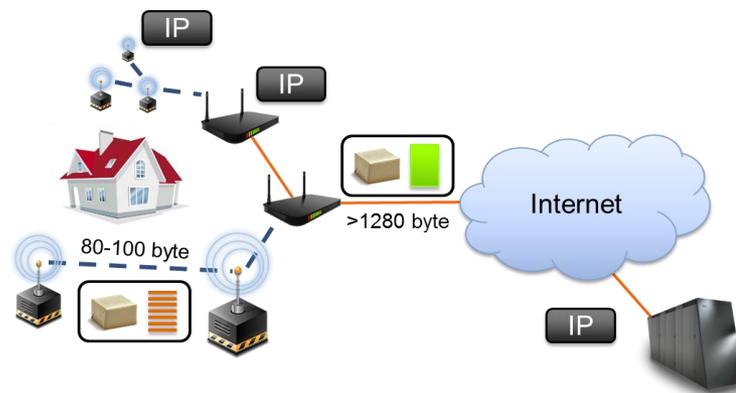
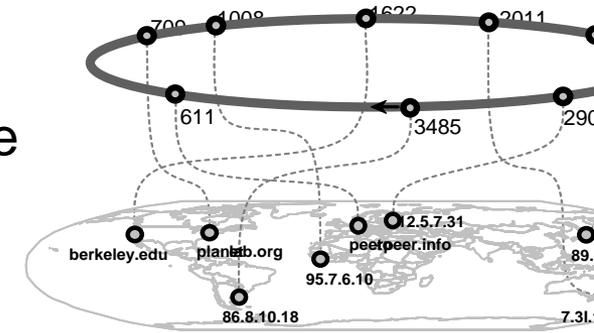
**Elec-tive** Nur Master

## • Electives (Wahlpflichtfächer)

- ▶ Advanced Internet Technology
- ▶ Communication Systems Engineering
- ▶ Mobile Internet Technology
- ▶ Internet Architecture and Performance
- ▶ Research Focus Class

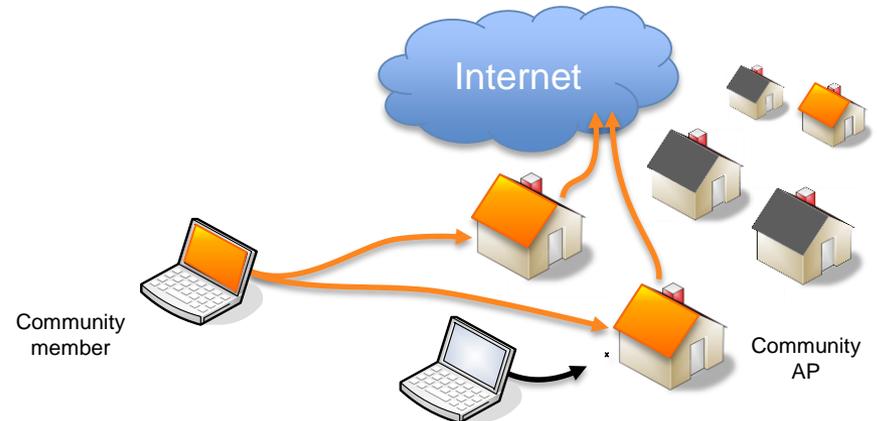
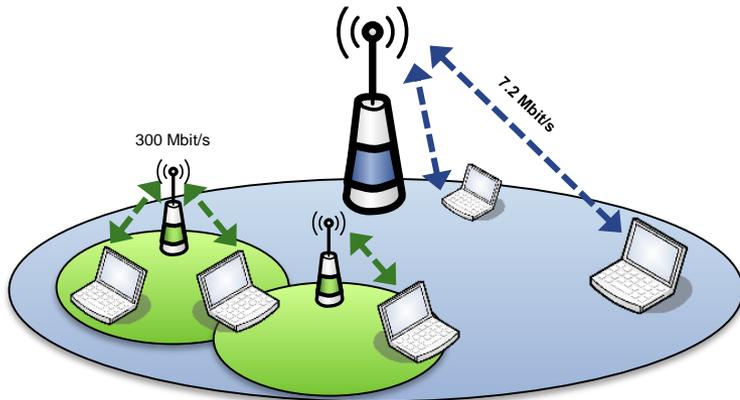
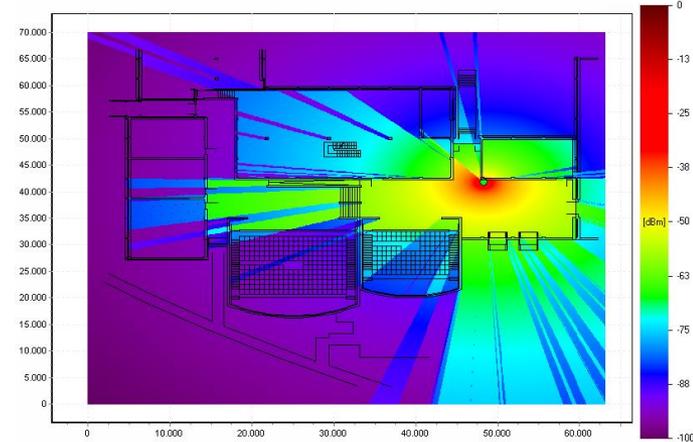
## • Aktuelle Entwicklungen im Bereich Kommunikationssysteme

- ▶ Peer-to-Peer-Systeme, Cloud Computing
- ▶ Software Defined Networking, Quality of Service
- ▶ Cyper-physical Systems, Internet of Things
- ▶ Security & Privacy Aspects



- **Mobile Datenkommunikation in drahtlosen Netzen**

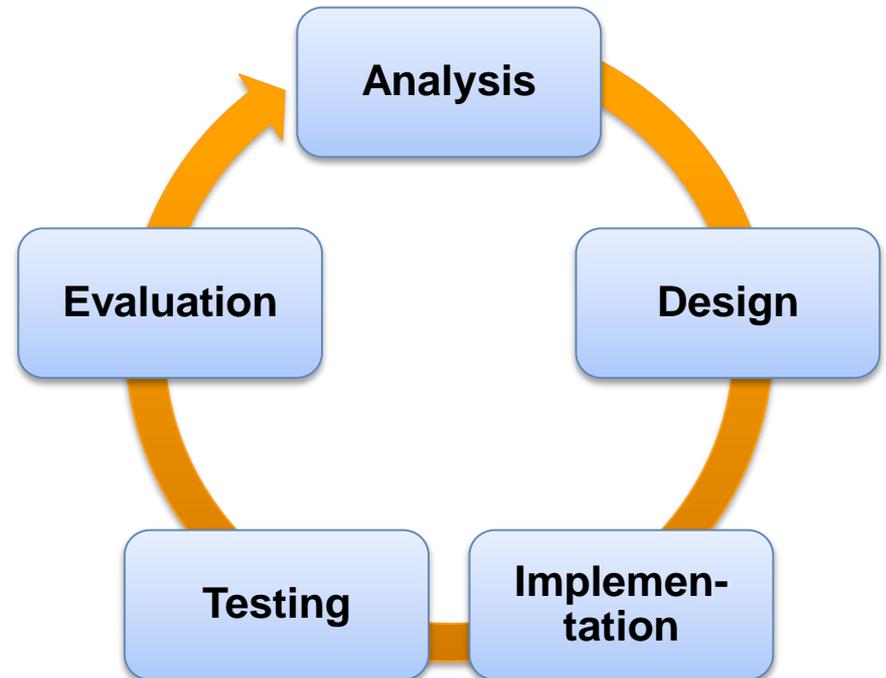
- ▶ Modulation, Kodierung, Signalausbreitung
- ▶ Medienzugriff
- ▶ WLAN und 2/3/4G-Netze als Beispiele
- ▶ Internet-Protokolle und Mobilität



- **Entwicklung von Kommunikationssystemen**

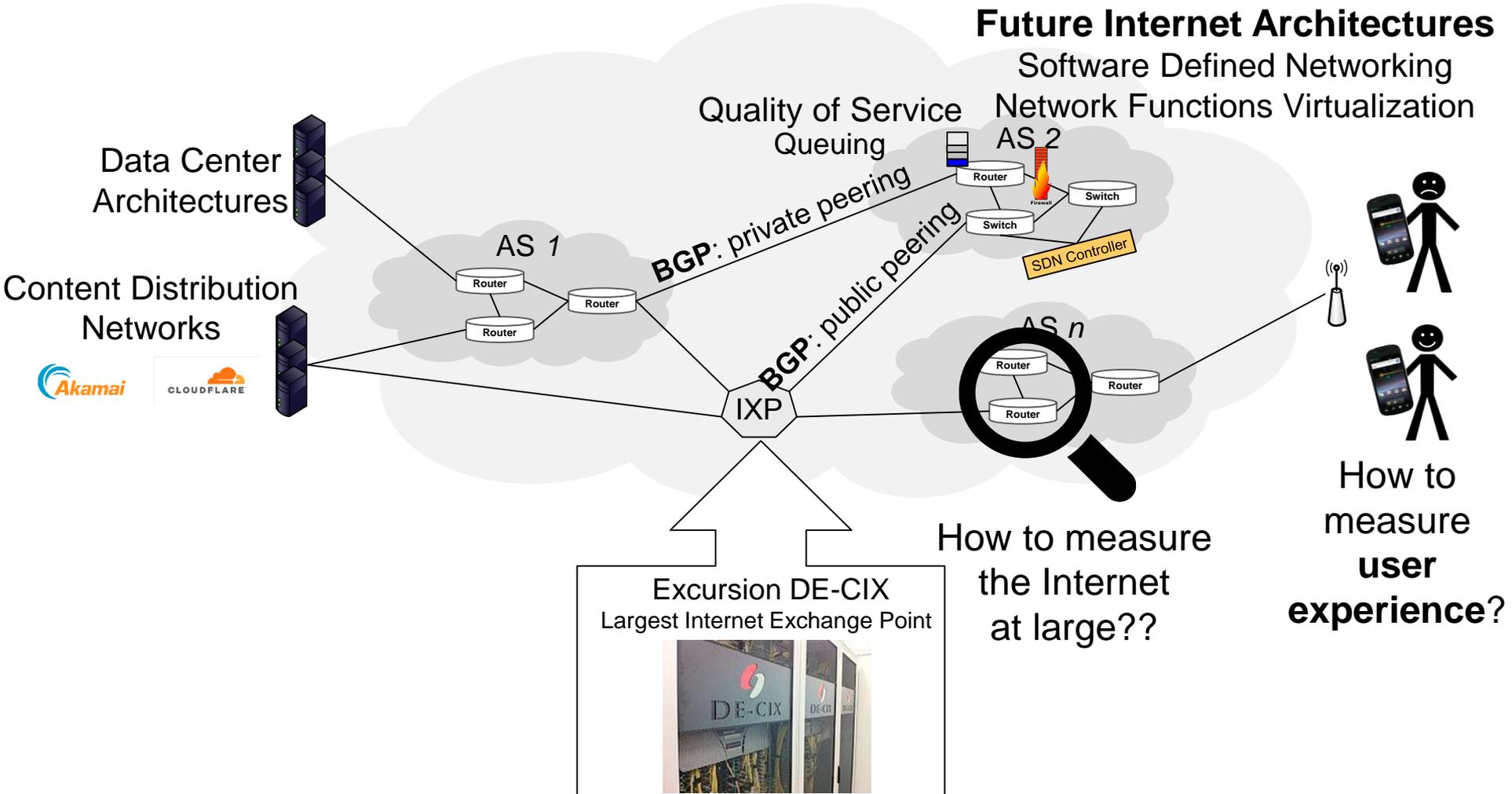
- ▶ ... basierend auf den Grundlagen dieser Vorlesung

- Netzwerkprogrammierung
- Protokoll-Design
- Networking & Kernel
- Testing
- Simulationen
- Internet-Messungen



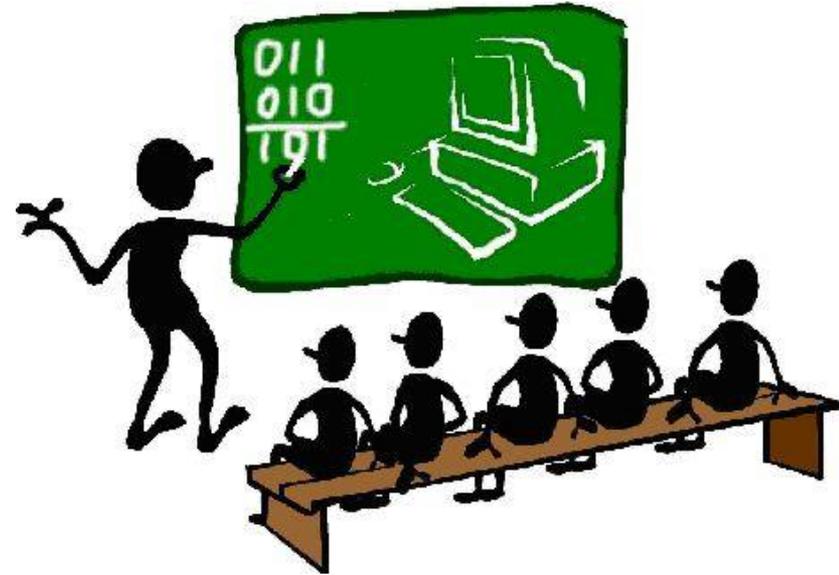
# Vorlesung: Internet Architecture and Performance

- Tiefergehende Behandlung der Kernnetze



- **Seminare Advanced & Mobile Internet Technology**

- ▶ Wird jedes Semester angeboten
- ▶ Themen: orientiert an aktuellen Forschungsbereichen, z.B.
  - Wireless Communications
  - Wireless Sensor Networks
  - Internet of Things
  - Cloud Computing
  - Security & Privacy
- ▶ Für Bachelor und Master
- ▶ Voraussetzung: Proseminar
- ▶ Oft gute Vorarbeit für eine Bachelor-Arbeit



- **Research Focus Class (RFC)**

- ▶ Credits wie für normale Vorlesungen
- ▶ Sehr forschungsorientiert
- ▶ Nur bei genügend (>5) interessierten Teilnehmern

- **Inhalte & Konzept**

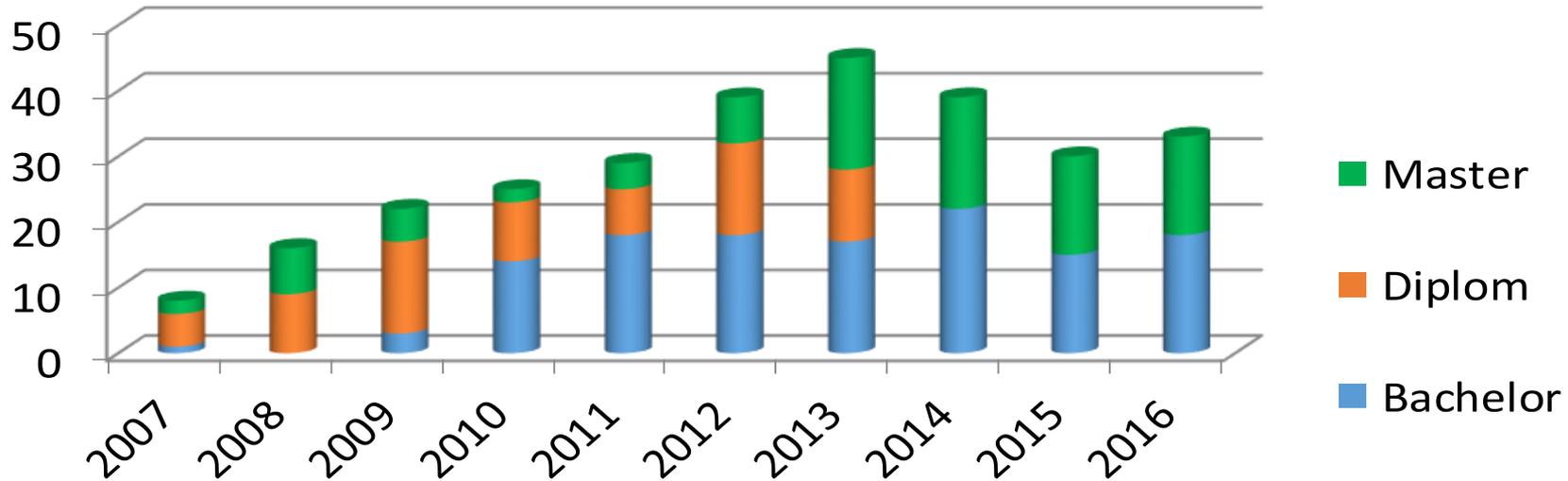
- ▶ Wechselnde Themen
  - Internet of Things, Privacy, Mobile Health, ...
- ▶ Einführung durch COMSYS-Mitarbeiter – Grundlagen
- ▶ Auswahl von behandelten Themen im Team – hot topics
- ▶ Vorträge und Diskussionen organisiert durch Studierende – interaktiv
- ▶ Simulationen, Prototypen, Analysen, Experimente – echte Forschung!



- **Not an official course, but informal meetings**
  - ▶ Bring your lunch and watch current scientific talks with us!
  - ▶ Mondays, 12:30 - 13:15 (Start: April 24<sup>th</sup>)
  - ▶ Mailing list: <https://lists.comsys.rwth-aachen.de/listinfo/sp-lunch>
  
- **Who can join?**
  - ▶ Bachelor & Master students
  - ▶ No credits, thus you cannot take it as kind of elective...
  - ▶ ... but if you are interested in current Security & Privacy research, just step in!

# Interesse an einer Bachelorarbeit?

- Anzahl betreuer Arbeiten:



- ▶ Aktuelle Themenauswahl:

- <http://www.comsys.rwth-aachen.de/teaching/available-theses>
- Nur innerhalb des RWTH-Netzes verfügbar



# Interesse an einer Bachelorarbeit?

- **Auswahl aktueller Themen (siehe Webseite):**
  - ▶ Micropayment Channels for User Data Markets (BSc)
  - ▶ Multithreading Symbolic Distributed Execution (BSc)
  - ▶ Analyzing the "Jodel" Social Network (BSc)
  - ▶ Building the Cloud (BSc)
  - ▶ Data Splitting for Mitigating Traffic Analysis (BSc, MSc)
  - ▶ Relaying Mechanisms for Wireless Industrial Networks (BSc, MSc)
  - ▶ Re-Chained: Bitcoin-compatible Blockchain Compression (MSc)
  - ▶ Regulating Selective De-anonymization to Hinder Mass Surveillance (MSc)
  - ▶ Impact of Delay on the Web Browsing Experience (MSc)
  - ▶ SSL Content Cartography (MSc)
  - ▶ ... und mehr – nicht alle Themen gelangen auf die Webseite

# Interesse an einer Bachelorarbeit?

- **Werde Teil von COMSYS**

- ▶ Zeige Interesse!
- ▶ Wir arbeiten an deutlich mehr Themen
  - Siehe Forschungsbereiche auf den Webseiten
  - Interesse an einem Bereich? Komm vorbei!
    - Viele Themen schaffen es nie auf die Webseite ;-)
    - Eventuell kann man sein Thema mit beeinflussen
  - Bitte beachten: wir haben nur endliche Kapazitäten
    - *Überzeuge uns, warum Du ein Thema bekommen sollst 😊*





# COMSYS

## Research Vision

<http://comsys.rwth-aachen.de>

# The Internet, even mobile, is working!

... why doing research in communication?

- **Challenges caused by...**

- ▶ Large-scale distributed systems
- ▶ Heterogeneous devices with diverse resources
- ▶ Utilization of new/ubiquitous data sources
- ▶ Spontaneous interaction and cooperation
- ▶ Mobility of users, devices, and applications
- ▶ Limited resources in wireless networks
- ▶ Extreme performance requirements



Scalability?

Reliability?

Adaptability?

Performance?

Mobility?

Privacy?

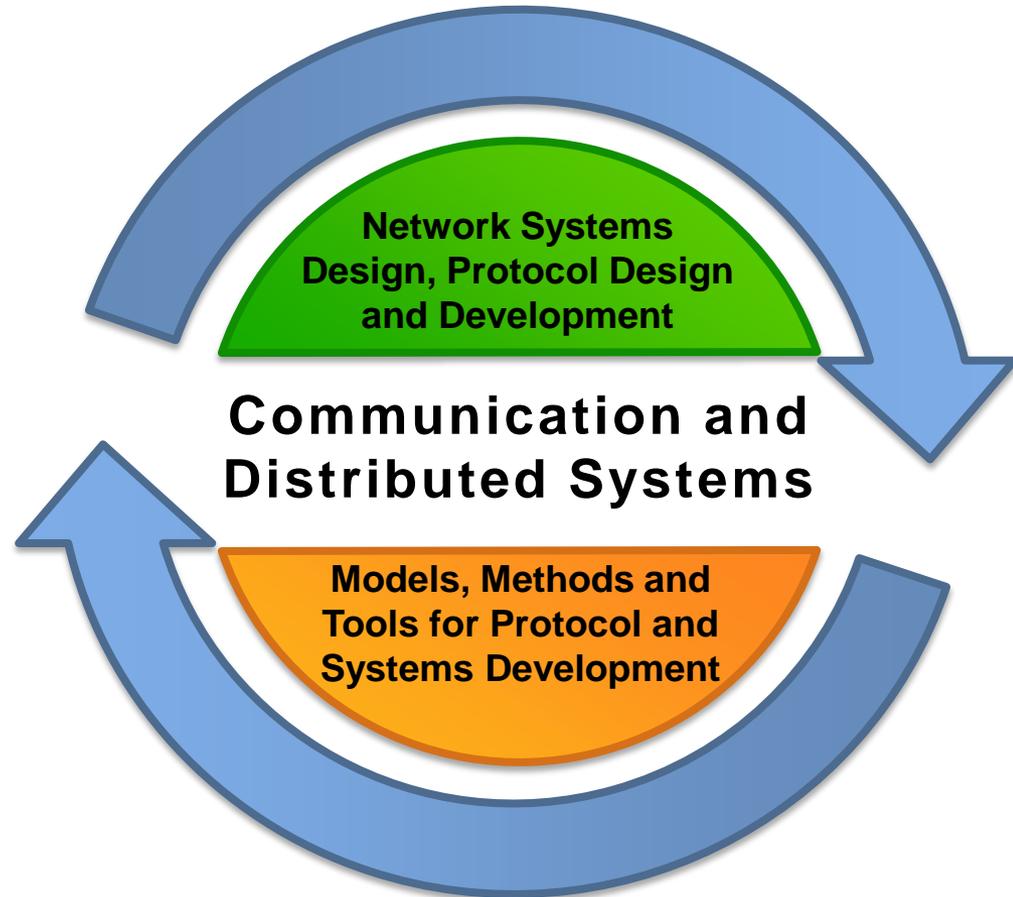
Security?

→ *“Internet of Things” (IoT), “Internet of Everything” (IoE)*

The vision of our research is the ***Design, Analysis, and Engineering*** of ***Flexible, Scalable, Resilient, Secure Communication Systems***

and the necessary

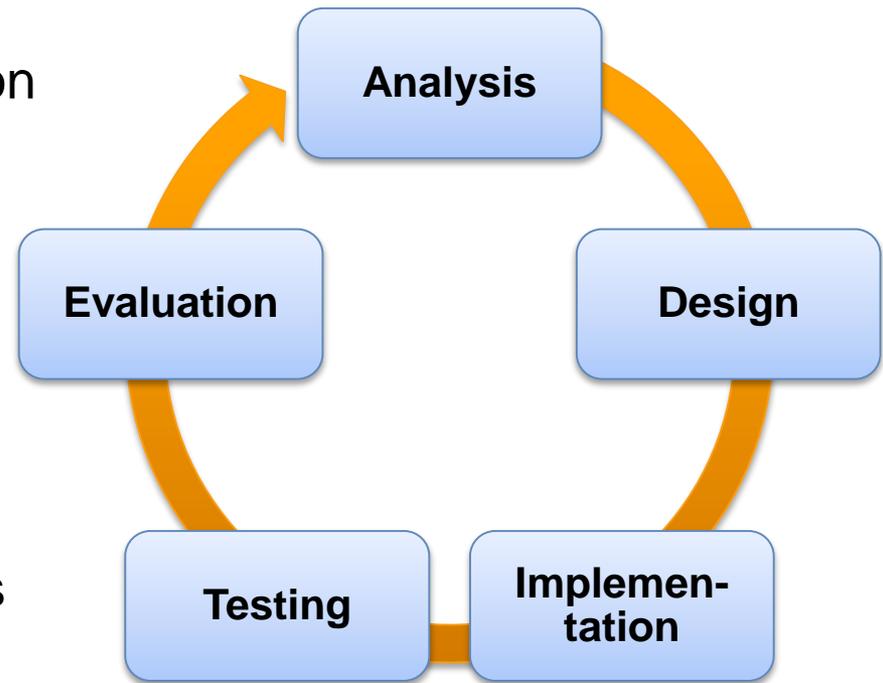
***Architectures, Paradigms, Algorithms, Models, Methods and Tools***  
to realize this vision



# Practical Relevance of Our Research

- We consider all stages of a communication system's or protocol's lifecycle:

- ▶ **Analysis** of existing communication systems and problems
- ▶ **Design and implementation** of new systems and protocols
- ▶ **Testing and evaluation** to assess performance and limitations



# Network Architectures

- **Problem area**

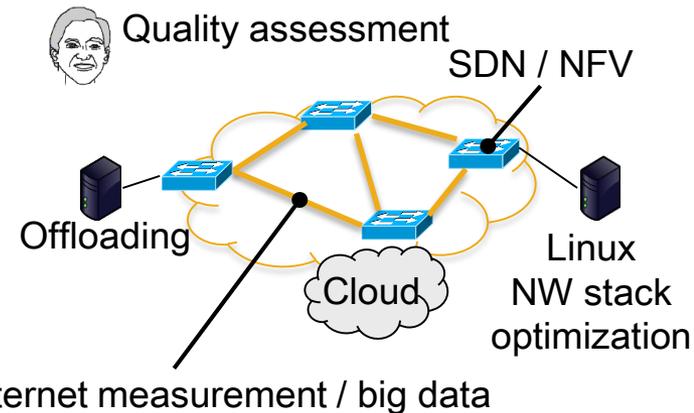
- ▶ State of the art static network architectures
- ▶ Future: programmable networks (SDN, ...)

- **Main challenges**

- ▶ Architecture design for flexible networks
- ▶ Large-scale Internet measurements & quality assessment / user studies

- **Our contribution**

- ▶ Design & evaluation of network architectures



## Scalable Infrastructures for Cloud Operations



- **Federated private Clouds:** Software-defined data centers across wide-area networks
- **Low Latency High Speed Clouds:** Tailoring local services and control infrastructure

## Santa: Faster Packet Delivery for Commonly Wished Replies



- **Problem:** Increasing line rates challenge packet processing performance
- **Our solution:** Linux kernel extension to offload replies to frequent requests

# Cyber-Physical Systems

- **Problem area**

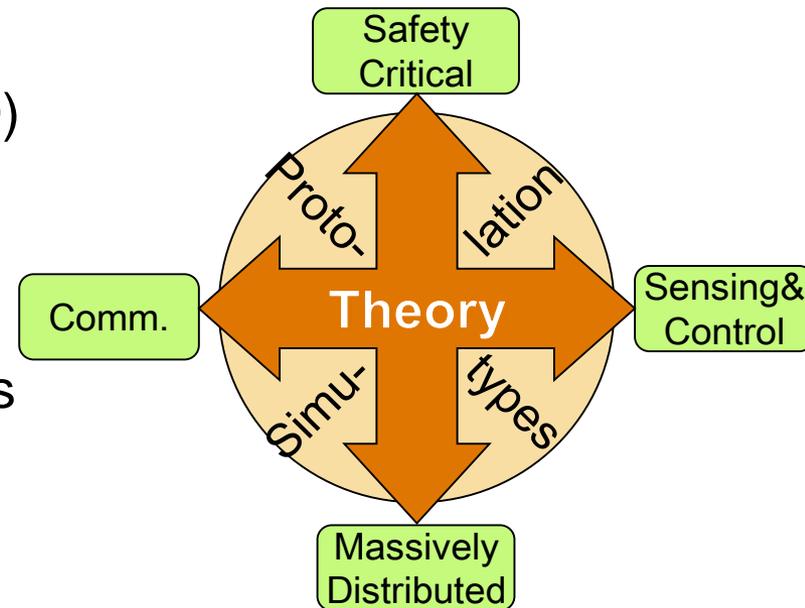
- ▶ Industrial communication (Industry 4.0)
- ▶ Mobile medical IT systems (mHealth)

- **Main challenges**

- ▶ Critical, low-latency (wireless) systems
- ▶ Large-scale, energy-efficient systems

- **Our contribution**

- ▶ Theoretical concepts & practical prototypes



## Coordinated Industrial Communication (Koi)



- **New wireless MAC scheme:** Realization of centralized, ultra-reliable, 1ms-capable MAC
- **Self-Awareness:** Run-time monitoring and state prediction of communication system

## Psychologist in a Pocket (PIAP)



- **Mental health monitoring:** Distributed system to allow patient monitoring at home
- **Smartphone-based system:** Low-cost, energy-efficient, and reliable realization

# Security and Privacy

- **Problem area**

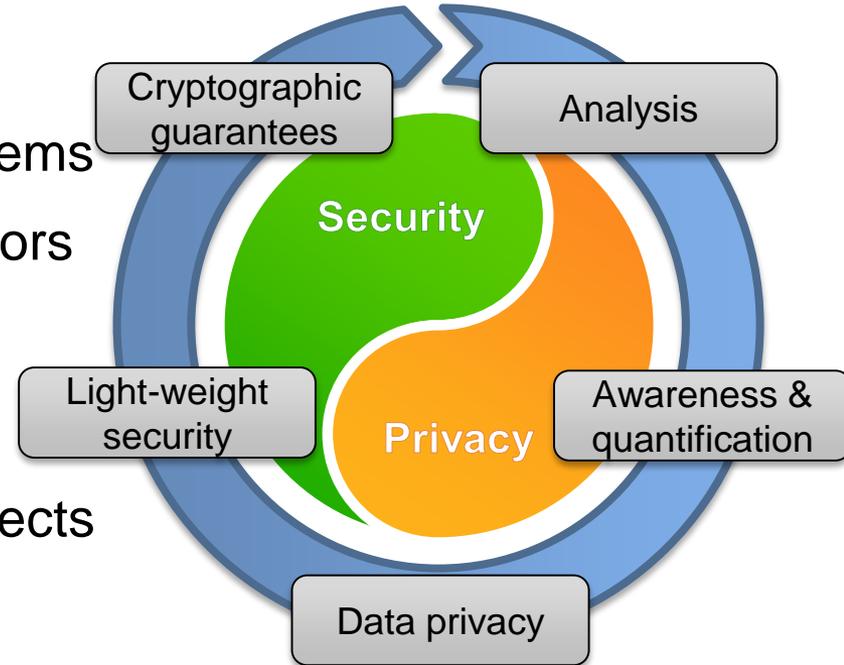
- ▶ Trust / acceptance in networked systems
- ▶ New technologies → new attack vectors

- **Main challenges**

- ▶ Resource-heterogeneity of devices
- ▶ Increasing interconnectedness of objects

- **Our contribution**

- ▶ Design of secure communication architectures



## Secure Outsourcing of IoT Data to the Cloud (SensorCloud)



- **Problem:** In order to use cloud computing, a user has to give up control over her data.
- **Solution:** Use a Trust Point-based security architecture to bridge between trust regions

## Privacy-Enhanced Sensing, Relaying and Visualization (PREserv)



- **Problem:** Utilization of sensing is hindered by vertical integration and looming privacy threats.
- **Solution:** We build a distributed architecture for sensing with built-in privacy guarantees.

# Systems Analysis

- **Problem area**

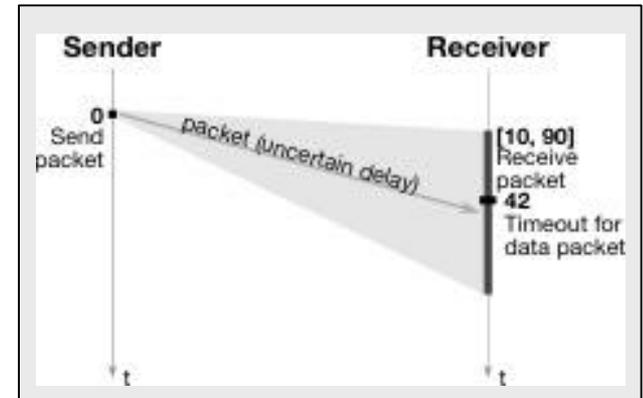
- ▶ Reliability of Distributed Systems
- ▶ Consistency of Protocols

- **Main challenges**

- ▶ State explosion
- ▶ Doubly so for distributed systems!

- **Our contribution**

- ▶ Algorithms to efficiently analyse distributed systems



Symbolic Time Example

**SYMBIOSYS** **SYMBIOSYS**  
Symbolic Distributed Temporal Execution

- **Symbolic Execution:** Explore all possible paths through a program
- **Temporal:** Consider timing implications e.g. from network delay

**KleeNet**  
Discovering Interaction Bugs



- **SDE:** Uses Dynamic Symbolic Distributed Execution to find insidious corner case bugs
- **Real World:** Found confirmed bugs in Contiki, TinyOs and HIPL



# COMSYS Team and Career Opportunities

<http://comsys.rwth-aachen.de>

## • Currently...

- ▶ 2 professors
- ▶ 3 postdocs
- ▶ 15 researchers
- ▶ 15-20 student helpers

The screenshot shows a web browser window displaying the COMSYS website. The browser's address bar shows the URL <https://www.comsys.rwth-aachen.de>. The page content is organized into a sidebar and a main area. The sidebar on the left lists the following categories and names:

- Oscar Soria Dustmann
- Felix Rath
- Mirko Stoffers
- Dirk Thißen
- Jan Henrik Ziegeldorf
- Torsten Zimmermann
- TECHNICAL STAFF**
- Kai Jakobs
- Rainer Krogull
- COMSYS ALUMNI**
- Staff Alumni

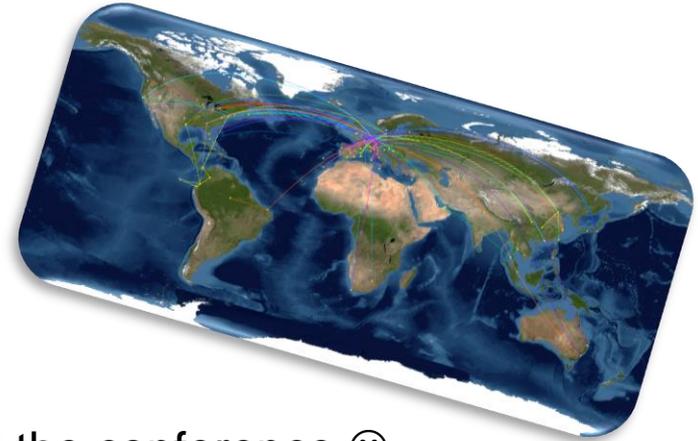
The main area is titled "Scientific Staff" and displays a grid of 12 staff members, each with a profile picture, name, title, and contact information:

Name	Title	Contact Information
<a href="#">Dipl.-Inform. J6 Agila Bitsch</a>	Researcher	+49 241 80-21416 jo.bitsch(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Dipl.-Ing. Christian Dombrowski</a>	Researcher	+49 241 80-21459 dombrowski(at)umic.rwth-aachen.de
<a href="#">Oscar Soria Dustmann, M.Sc.</a>	Researcher	+49 241 80-21419 soriadustmann(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">René Glebke, M.Sc.</a>	Researcher	+49 241 80-21424 rene.glebke(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Dipl.-Inform. Martin Henze</a>	Researcher	+49 241 80-21425 martin.henze(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Jens Hiller, M.Sc.</a>	Researcher	+49 241 80-21426 jens.hiller(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Dr. Oliver Hohfeld</a>	Postdoctoral Researcher	+49 241 80-21427 oliver.hohfeld(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Johannes Krude, M.Sc.</a>	Researcher	+49 241 80-21413 johannes.krude(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Roman Matzutt, M.Sc.</a>	Researcher	+49 241 80-21412 roman.matzutt(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Felix Konstantin Maurer, M.Sc.</a>	Researcher	+49 241 80-21421 felix.maurer(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Felix Rath, M.Sc.</a>	Researcher	+49 241 80 21418 felix.rath(at)comsys.rwth-aachen.de
<a href="#">Jens Helge Reelfs, M.Sc.</a>	Researcher	+49 241 80-21428 helge.reelfs(at)comsys.rwth-aachen.de

# Opportunities for Students

- **Interested in research?**

- ▶ Come along, talk to us
  - Maybe „just“ a thesis topic is found...
  - ... but sometimes, even conference papers are outcome of a thesis!
    - You might be financed by us to attend the conference 😊



- **Interested in a student helper job?**

- ▶ Again: come along, talk to us
  - Hiwi jobs a rare, they seldom come to public announcements

- **FOLKS@COMSYS**

- ▶ The COMSYS club
- ▶ E.g. scholarships / best thesis awards for students with outstanding achievements in communication systems

# Opportunities for Students

- **What else do we offer?**

- ▶ Coffee and other drinks
- ▶ Pool table and Kicker
- ▶ Convenient rooms and surrounding – as well inside as outside
- ▶ ...



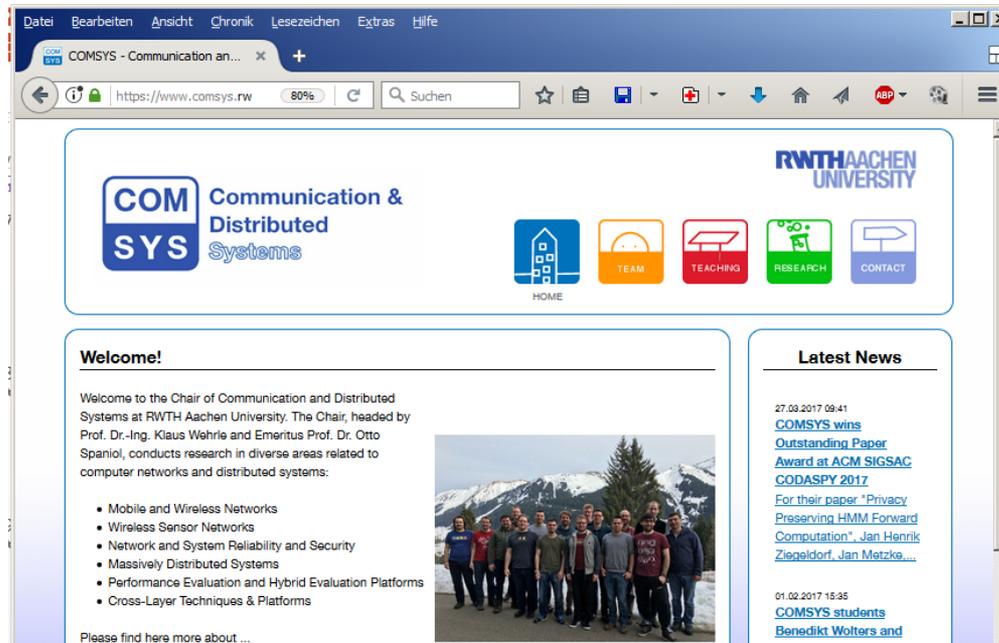
- **Students as Essential Part of the COMSYS Team**

- ▶ Interested in a thesis, in research, in a student helper job, in FOLKS, in learning more about us in general?
- ▶ How to join the team?
  - Step by, sneak in, join us for a coffee & discussion...
  - Don't be shy – komm' vorbei 😊

# Homepage

- All important information is available here:

▶ <http://www.comsys.rwth-aachen.de>



▶ COMSYS in social media:



/comsysrwth



@COMSYS\_rwth

- **Termine der Vorlesungen:**

- ▶ Dienstag, 12:15 – 13:45 (AH 4)
- ▶ Donnerstag, 12:15 – 13:45 (PPS H2)
- ▶ Vorlesung umfasst nur 3 SWS, daher fallen nach Ankündigung einzelne Termine aus
  - Eventuell auch teilweise Verschiebung auf die Termine der Diskussionsstunde

- **Übungen:**

- ▶ Kleingruppenübungen
- ▶ Großübung / Diskussionsstunde

- **Vorlesungsunterlagen und weitere Infos:**

- ▶ **Folien**

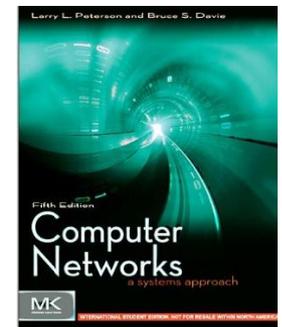
- Sind im L<sup>2</sup>P-Lernraum verfügbar  
(nach der jeweiligen Vorlesung)

- ▶ **Bücher**

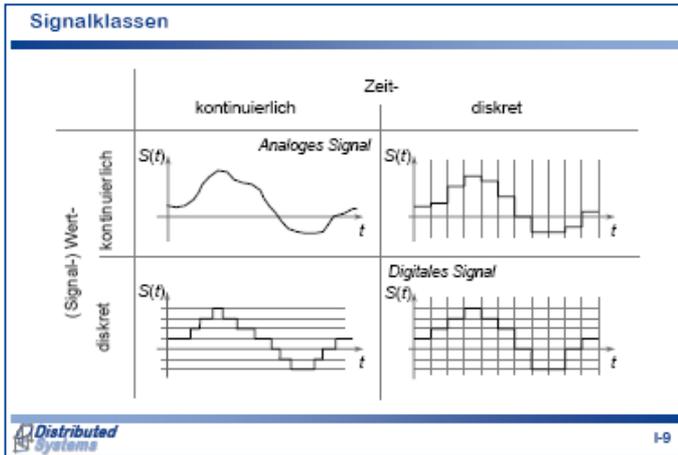
- A.S. Tanenbaum: „Computernetzwerke“, Pearson Studium, 5. Auflage, 2012
- J.F. Kurose, K.W.Ross: „Computernetzwerke: der Top-Down-Ansatz“, Pearson Studium, 6. Auflage, 2014
- L.L. Peterson, B.S. Davie: „Computer Networks – A Systems Approach“, Morgan Kaufmann, 2011

- ▶ **Sonstiges**

- In den Folien oder der Vorlesung wird eventuell auf weitere Literatur verwiesen



# Folien + Erläuterungen = Skript



Nachrichtentechnische Kanäle lassen sich in die obigen Signalklassen einordnen. Die Signalklassen machen eine Aussage über den Signalverlauf, welcher durch seinen Signalwert-Verlauf (y-Achse  $s$ ) über die Zeit (x-Achse  $t$ ) bestimmt ist. Die unterschiedlichen Signalklassen ergeben sich aus der Kombination des Wert- und Zeitverlaufs:

**Kontinuierlich:** stetiger Verlauf (kein Abstand zwischen je zwei Punkten)

**Diskret:** sprunghafter Verlauf (Einschränkung auf bestimmte Werte)

Nun kann der kontinuierliche und der diskrete Fall auf den Signalwertverlauf und auf den Zeitverlauf sinnvoll angewendet werden und in beliebigen Kombinationen auftreten. Insgesamt können dabei  $2 \cdot 2 = 4$  Signalklassen unterschieden werden:

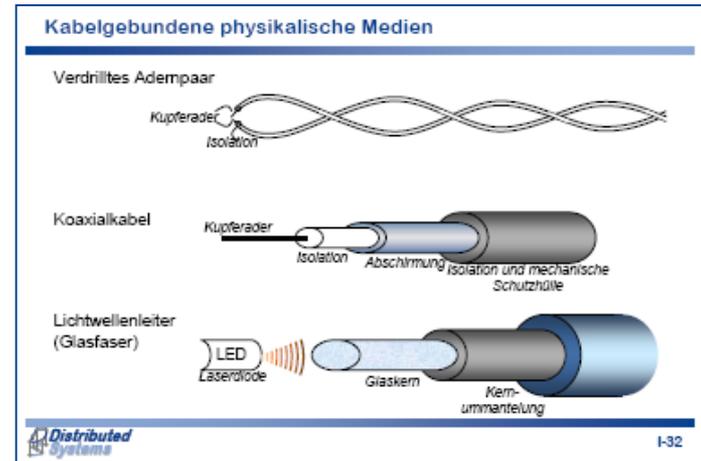
**Signal- und zeitkontinuierlich:** z.B. analoges Telefon, Rundfunk: Weder der Signalwert, noch der Zeitverlauf wird zerhackt. Das entspricht dem klassischen analogen Signal

**Signalkontinuierlich und zeitdiskret:** z.B. periodisches Messen von analogen Werten eines technischen Prozesses: Der technische Prozess könnte z.B. ein Überwachungsprozess sein, in dem von einem Sensor alle 10 Sekunden oder auch auf Anfrage die bestehende Lichtintensität in [Lux] gemeldet wird.

**Signaldiskret:** digitale Übertragung mit beliebigen Signalwechseln (zeitkontinuierlich) oder festem (meist isochronem) Taktaster (zeitdiskret). In diesem Fall spricht man von einem digitalen Signal

Die zweiwertige digitale Übertragung (Binärübertragung) ist ein Spezialfall des signaldiskreten Verlaufs, da hier die zulässigen Signalwerte auf zwei begrenzt werden.

Es gibt mehrere Verfahren im Bereich der Telekommunikation, um ein Signal einer bestimmten Klasse in ein Signal einer anderen Klasse zu wandeln. Hierbei ist die Wandlung vom kontinuierlichen zum diskreten Fall von besonderer Relevanz: Die Digitalisierung in der Telekommunikation bedeutet, dass signal-/zeitkontinuierliche Signalklassen in entsprechende diskrete Signalklassen gewandelt werden. Das bedeutendste und am meisten verbreitete Telekommunikationssystem, welches eine solchen Wandlung benutzt, ist das Fernsprechen, also das Telefonnetz. Zur Analog-Digitalwandlung wird dort das Pulse Code Modulation (PCM) Verfahren eingesetzt, welches noch im weiteren Verlauf dieses Kapitels erklärt wird.



## Verwendete physikalische Medien

**Kupferdoppeladern (UTP - Unshielded Twisted Pair):** Zwei Kupferdrähte, die verdrillt sind, um Störeinflüsse abzuschwächen. Diese Medienform ist sehr billig und meist schon (aufgrund von Telekommunikationsanlagen) verlegt. Neben UTP gibt es auch noch die teureren, abgeschirmten Kabel mit Kupferdoppeladern, die stimmungsgemäß STP (Shielded Twisted Pair) genannt werden.

Derzeit sind UTP Kabel weit verbreitet, die in unterschiedliche Kategorien aufgeteilt werden: UTP 1 bis UTP 5 (häufig auch als CAT 1 bis CAT 5 bezeichnet), wobei UTP 3 (16 MHz), UTP 4 (20 MHz), UTP 5 (100 MHz) und UTP 6 (200 MHz) für aktuelle Netzwerke interessant sind. Derzeit wird UTP 7 standardisiert, wobei für die Spezifikation eine maximale Frequenz von 600 MHz vorgeschlagen wurde (Damit wäre es durchaus möglich, ATM mit 622 Mbit/s zu realisieren!). UTP 5 Kabel sind derzeit wohl am weitesten verbreitet. Damit ist es möglich, Übertragungsraten von bis zu 155 Mbit/s zu erreichen.

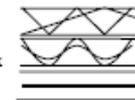
**Koaxialkabel:** Besser abgeschirmte Kupferkabel, die allerdings ziemlich unflexibel sind.

**Lichtwellenleiter:** Glaskern, in dem sich die Lichtwellen ausbreiten. Darum befindet sich ein Mantel mit einer größeren optischen Dichte als der Glaskern, so dass es zur Totalreflexion kommt und die Lichtwellen sich nur innerhalb des Glaskerns ausbreiten. Vorteilhaft ist die immense Bandbreite (bis TerraHz), gute Abhörbarkeit und die sehr niedrige Dämpfung. Man unterscheidet die folgenden Arten von Glasfasern:

Multimode mit Stufenindex

Multimode mit Gradientenindex

Monomode



Auch im Bereich der Glasfasern lassen sich unterschiedliche Reichweiten erzielen: Sie reichen von etwa 2 km bei Multimodfasern bis zu 40 km bei Monomode Glasfasern.

- **L<sup>2</sup>P-Lernraum zur Vorlesung**
  - ▶ Verknüpft mit der Vorlesung in CAMPUS
  - ▶ Bereitstellung von Folienkopien, Übungen und sonstigem Material
  
- **Abwicklung des Übungsbetriebs über L<sup>2</sup>P**
  - ▶ Bereitstellung von Übungsblättern
  - ▶ Abgabe von Lösungen
  - ▶ Punkteverwaltung
  - ▶ Diskussionsforum
  - ▶ **ACHTUNG:**  
Zugang zum Lernraum und Teilnahme an den Übungsgruppen nur durch Anmeldung zu den Kleingruppenübungen im CAMPUS-System

- **Wöchentliche Übungen**

- ▶ Wöchentliche Ausgabe eines Übungsblatts zur Bearbeitung (über L2P)
- ▶ Abgabe der Übungen in Zweier- oder Dreiergruppen
- ▶ Korrektur der Übungen durch studentische Hilfskräfte
- ▶ In den Gruppen: Fragemöglichkeit zu Korrekturen, freiwillige Präsenzübungen

- **Termine der Kleingruppenübungen:**

- |           |               |            |            |               |            |
|-----------|---------------|------------|------------|---------------|------------|
| ▶ Freitag | 10:15 – 11:45 | 5055, 9U10 | ▶ Montag   | 12:15 – 13:45 | 9U10       |
| ▶ Freitag | 14:15 – 15:45 | 5056, 9U10 | ▶ Montag   | 14:15 – 15:45 | 5054, 9U10 |
| ▶ Freitag | 16.15 – 17:45 | 5055       | ▶ Montag   | 16:15 – 17:45 | 5054, 9U10 |
| ▶ Montag  | 08:30 – 10:00 | 5056, 9U10 | ▶ Dienstag | 08:30 – 10:00 | 9U10       |
| ▶ Montag  | 10:15 – 11:45 | 9U10       | ▶ Dienstag | 10:15 – 11:45 | 9U10       |

- **Abgabe der Übungen**

- ▶ In Dreiergruppen, eventuell in Zweiergruppen
  - Einzelabgaben werden nicht akzeptiert
- ▶ Elektronisch über den Lernraum
  - Abgabe der Lösungen eines Übungsblatts als **ein pdf-Dokument**
  - Bitte keine Abgabe in .docx oder ähnlichem!
  - Bei Problemen auch Abgabe auf Papier möglich (rechtzeitig!)
    - Im Sekretariat Informatik 4 (Raum 9013) oder
    - bei Dirk Thißen (Raum 9014)

- **Rückgabe der Korrekturen**

- ▶ Elektronisch über L2P

- **Anmeldung über CAMPUS-System**
  - ▶ 15 Übungsgruppen eingerichtet
  - ▶ Anmeldung als Team und mit Priorisierung bestimmter Gruppen möglich
    - Gemeinsame Abgabe ist *nur innerhalb einer Übungsgruppe* möglich
  - ▶ Endgültige Gruppenzuteilung nach Ende der Anmeldefrist durch uns
- **Anmeldung bis 27.4., 15:00 Uhr!**
- **Ab nächster Woche:**
  - ▶ Gruppenaufteilung wird in L<sup>2</sup>P-Lernraum übernommen
  - ▶ Aus- und auch Abgabe der Übungen über den L<sup>2</sup>P-Lernraum

- **Diese Woche**

- ▶ Kein Übungsbetrieb
- ▶ Anmeldung zu den Übungsgruppen (bis 27.4. 15:00 Uhr)

- **Nächste Woche**

- ▶ Zuteilung zu den Übungsgruppen
- ▶ Ausgabe des 1. Übungsblattes spätestens am 4. Mai, 18:00 Uhr
- ▶ Beginn der Kleingruppenübungen am 5. Mai

- **Übungsblätter**

- ▶ Donnerstags um 18:00 Uhr Aus- / Abgabe
- ▶ Insgesamt 8 Übungsblätter

- **Zusätzlich:**

- ▶ Diskussionsstunde – jeden Dienstag, 14:15 – 15:45 in AH 1
- ▶ Diskussion von Lösungen zu den Übungsblättern
- ▶ Fragestunde zum aktuellen Übungsblatt und zur Vorlesung
- ▶ Erster Termin: 25.4.
  - Zunächst nur Fragestunden
  - Nach Abgabe der ersten Übung: Diskussion von Lösungen zu den Übungsblättern

- **Zulassung zur Klausur**
  - ▶ Erlangung von min. 50% der erreichbaren Punkte aus den Übungen
- **Klausur**
  - ▶ Erste Klausur: Donnerstag, 3. August 2017
  - ▶ Wiederholungsklausur: Dienstag, 19. September 2017
  - ▶ Dauer jeweils 90 Minuten
  - ▶ Umfasst den Stoff der Vorlesung und der Übung
  - ▶ Ende des Semesters auch Stunden zur „Klausurvorbereitung“
- **Ansprechpartner bei Fragen zum Übungsbetrieb**
  - ▶ Dirk Thißen ([thissen@comsys.rwth-aachen.de](mailto:thissen@comsys.rwth-aachen.de))
  - ▶ Roman Matzutt ([matzutt@comsys.rwth-aachen.de](mailto:matzutt@comsys.rwth-aachen.de))
  - ▶ René Glebke ([glebke@comsys.rwth-aachen.de](mailto:glebke@comsys.rwth-aachen.de))

- **Notenbonus für die Klausur durch Übungsbearbeitung**

- ▶ Bis zu zwei Notenstufen Verbesserung in der Klausur durch Bearbeitung der Übungsblätter
  - Klausur muss bestanden werden – erst dann wird Notenbonus berücksichtigt
  - Nur gültig für den ersten Klausurtermin in SS 2017 (3. August)
    - Mitnahme des Notenbonus in den zweiten Klausurtermin nur mit guter Begründung möglich
- ▶ Bonussystem
  - Ab 50% der Punkte in den Übungsblättern: Klausurzulassung
  - Ab 70% der Punkte in den Übungsblättern: Verbesserung um eine Notenstufe in der Klausur
  - Ab 90% der Punkte in den Übungsblättern: Verbesserung um zwei Notenstufen in der Klausur

- **Anmeldung via Campus / modulares Anmeldeverfahren**
  - ▶ **Deadline: 19. Mai**
  - ▶ Rechtzeitig anmelden! Nachmeldungen sind so gut wie unmöglich!
- **Zwei Anmeldeverfahren eingerichtet**
  - ▶ Datenkommunikation und Sicherheit: Klausur
  - ▶ Datenkommunikation und Sicherheit : 2. Klausur
  - ▶ Es ist nur **Anmeldung zum ersten XOR zweiten Termin** möglich
  - ▶ Wer noch nicht weiß, welchen Termin er wahrnimmt: bitte zum ersten Termin anmelden
    - Abmeldung später immer noch möglich
    - Nach Rücktritt vom ersten Termin ist Anmeldung zum zweiten Termin via VZPA bis eine Woche vor dem zweiten Klausurtermin möglich

- **Datenkommunikation und Sicherheit**

- ▶ Einführung, Begriffe und allgemeine Grundlagen
- ▶ Technische und nachrichtentechnische Grundlagen: Medien, Signale, Bandbreite, Leitungscodes und Modulation, Multiplexing
- ▶ Lokale Netze: Strukturierung des Datenstroms, Fehlererkennung/-behebung, Flusssteuerung, Medienzugriff, Ethernet, Token Ring, DSL
- ▶ Internet und Internet-Protokolle:
  - Vermittlungsschicht: IP, Routing
  - Transportschicht: TCP
- ▶ Grundlagen der Sicherheit in/von Kommunikationsnetzen
  - Grundlagen: Verschlüsselung, Authentifizierung, Integrität
  - Sichere Internet-Protokolle

---

**Viel Spaß in der Vorlesung! 😊**

<http://www.comsys.rwth-aachen.de>