



# Internet Technologien – Probleme, Konzepte, Perspektiven & Projekte

Einführung in Technik & Technologie vernetzter Systeme

Prof. Dr. Thomas Schmidt – [t.schmidt@haw-hamburg.de](mailto:t.schmidt@haw-hamburg.de)  
AG Internet Technologien - <http://inet.haw-hamburg.de>



# Organisation

- o Vorlesung ... wie üblich
- + Kurzdiskussionen zu relevanten Artikeln
  - + Alle lesen das `Paper der Woche`
  - + x-er Teams (9 Gruppen) präsentieren:
    - + 1 Slide mit Kernthesen des Papers
    - + 1 Slide mit Diskussionsfragen zu Kernthesen
- o Praktikum ... wie üblich in 2-er Teams
  - 2 Versuche für jeweils zwei Termine
  - Wettbewerb am Schluss
  - Anmeldung ggfs. bei Frau Behn



# Diese Vorlesung behandelt

## Advanced Inter-Networking

Wir wollen

- o Aktuellen Problemen begegnen
- o Standardlösungen verstehen
- o Methoden in Case Studies lernen



# Agenda

- 🕒 Ausgangssituation
- 🕒 Geschäftsmodelle?
- 🕒 Internet-Evolution vers. Revolution
- 🕒 Skalierungsprobleme
- 🕒 Strukturelle Sicherheit im Backbone
- 🕒 Mobilität: ID-Locator Split
- 🕒 Internet Rendezvous
- 🕒 Internet of Things



The background of the slide is a dense, repeating pattern of various mobile phones from different eras, including flip phones, candy-bar phones, and early smartphones. The phones are rendered in a light, semi-transparent style, creating a textured effect behind the text.

Heute sind

- \* die meisten Kommunikationsgeräte Smartphones

- \* Mobil

- \* inzwischen IP-basiert

- \* Telefongespräche unattraktiv gegenüber  
„shared presence“ und Gruppendiensten

- \* BBC Umfrage (2005):

Mehrheit der Britten unter 25 konsumieren BBC nur noch auf  
Mobiles

- \* 2011 (PewInternet Survey):

65% der 'Online Adults' nutzen Social Networking Sites

# Morgen sind

- Mehr als 50 Milliarden IoT-Geräte am Netz
- Mehr als 11 Billionen \$ Umsatz (McKinsey) in Interoperabilität
- Industrie 4.0, Smart Cities, Smart Grids, Smart Homes, Smart Cars, Smart Bodies +++
- Mehr Daten als wir uns je vorstellen können

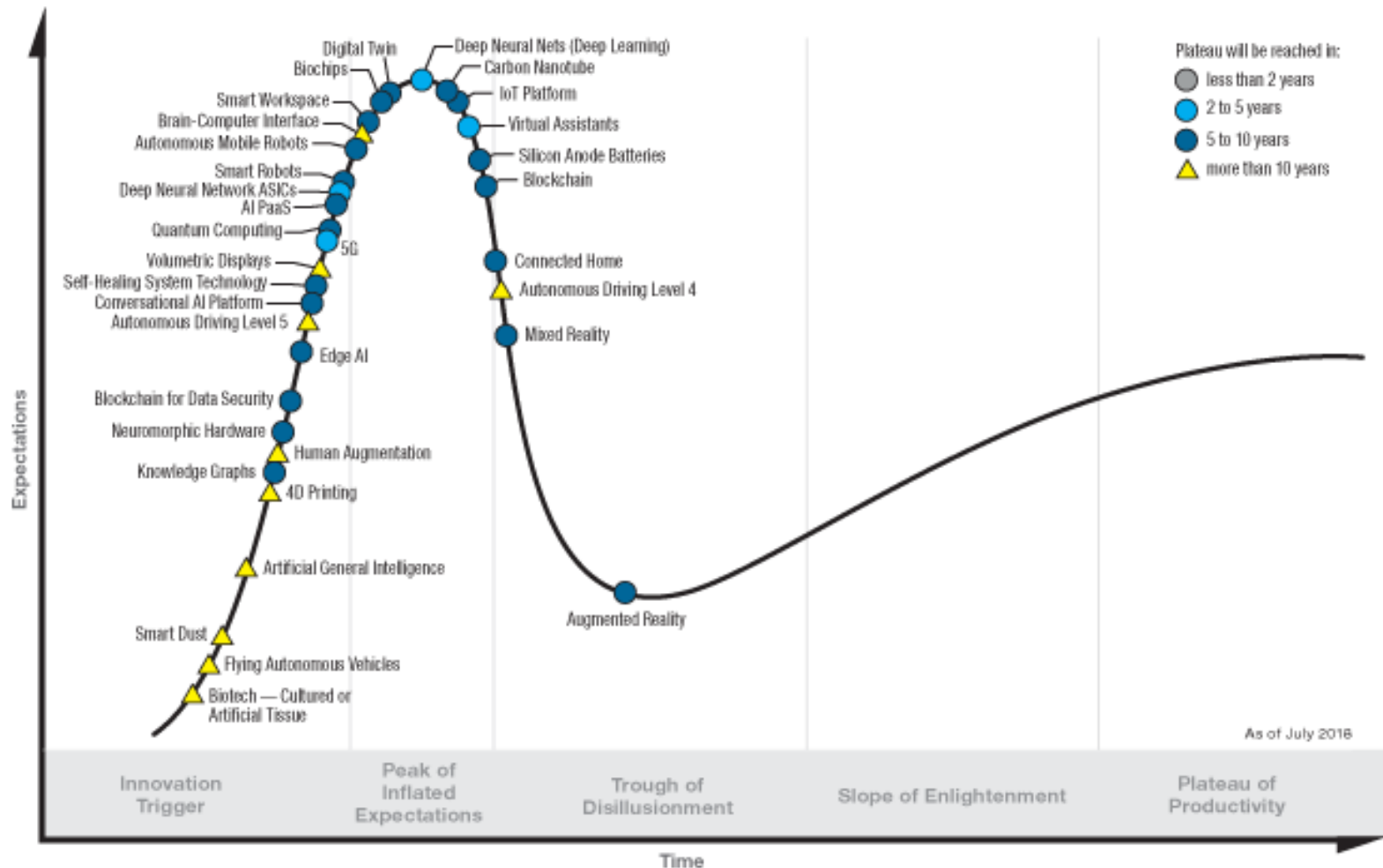


# Networking Research?

- o Netzwerke sind das Rückgrat des Computings
- o Fast alles in der Informatik ist netzbasiert
  - Distributed Computing
  - Big Data
  - Cloud Computing
  - Internet of Things
  - Smart Cities, Cars, Homes, ...
- o Netzwerk-orientierte Firmen gehören zu den wertvollsten
  - Apple wurde erst mit dem iPhone wirklich wertvoll



# Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018



[gartner.com/SmarterWithGartner](https://gartner.com/SmarterWithGartner)

Source: Gartner (August 2018)  
 © 2018 Gartner, Inc. and/or its affiliates. All rights reserved.





# Was bedeutet Smart?

In den alten Tagen:

- „Kann denken“ → Computing, KI
- „Kann erinnern“ → Storage, Datenbanken

Heute:

- „Kann schnell finden“ → irgendwo
- „Kann delegieren“ → irgendwem
- „Can Connect“ → überall





The network is the  
computer



John Gage, Sun Microsystems, 1984

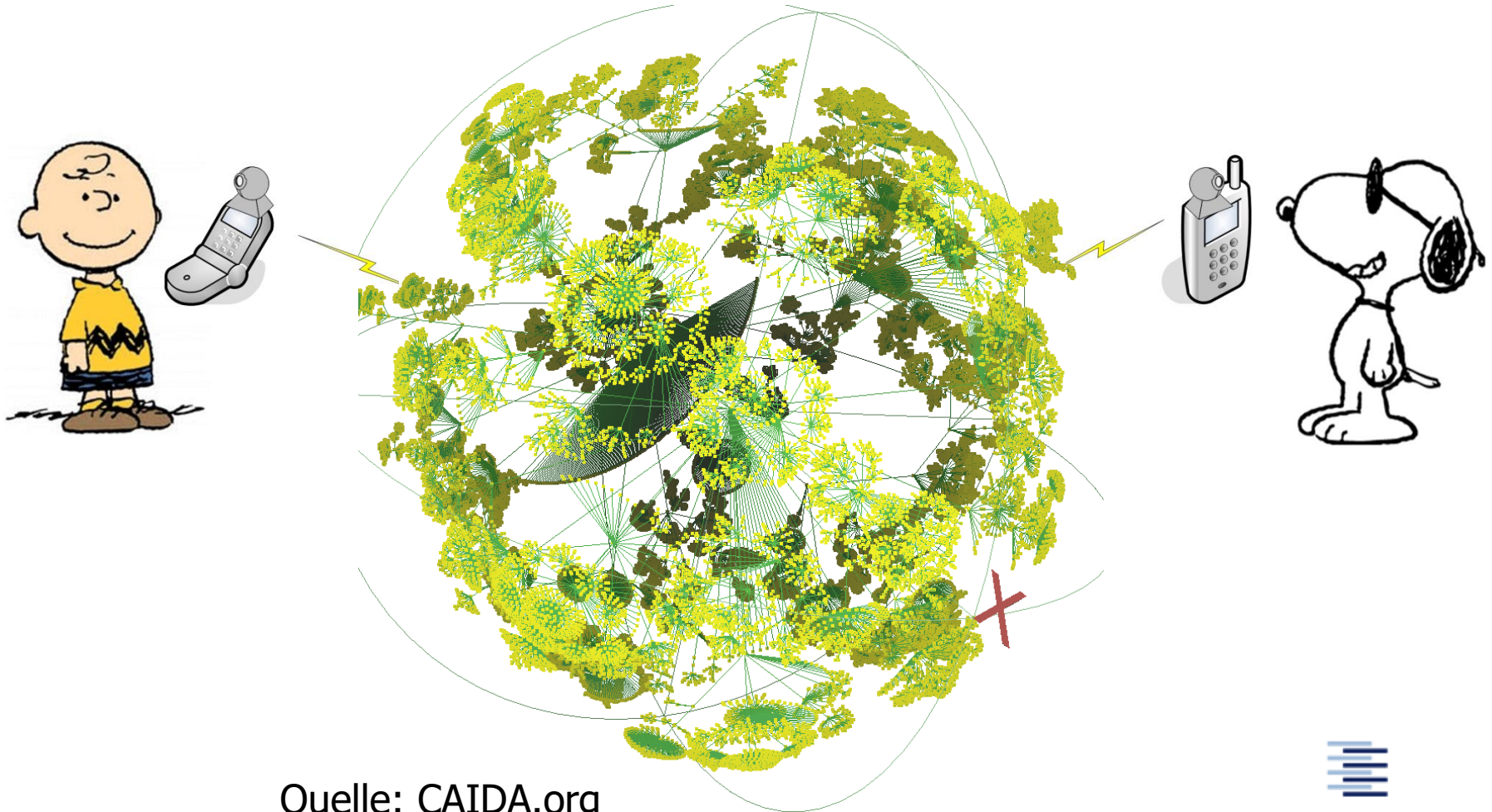
# Konsenzpunkt Konvergenz

- o Konvergenz der Netze
- o Konvergenz der Endgeräte
- o Konvergenz der Dienste

➔ Konvergenzpunkt: Das Internet Protokoll IP



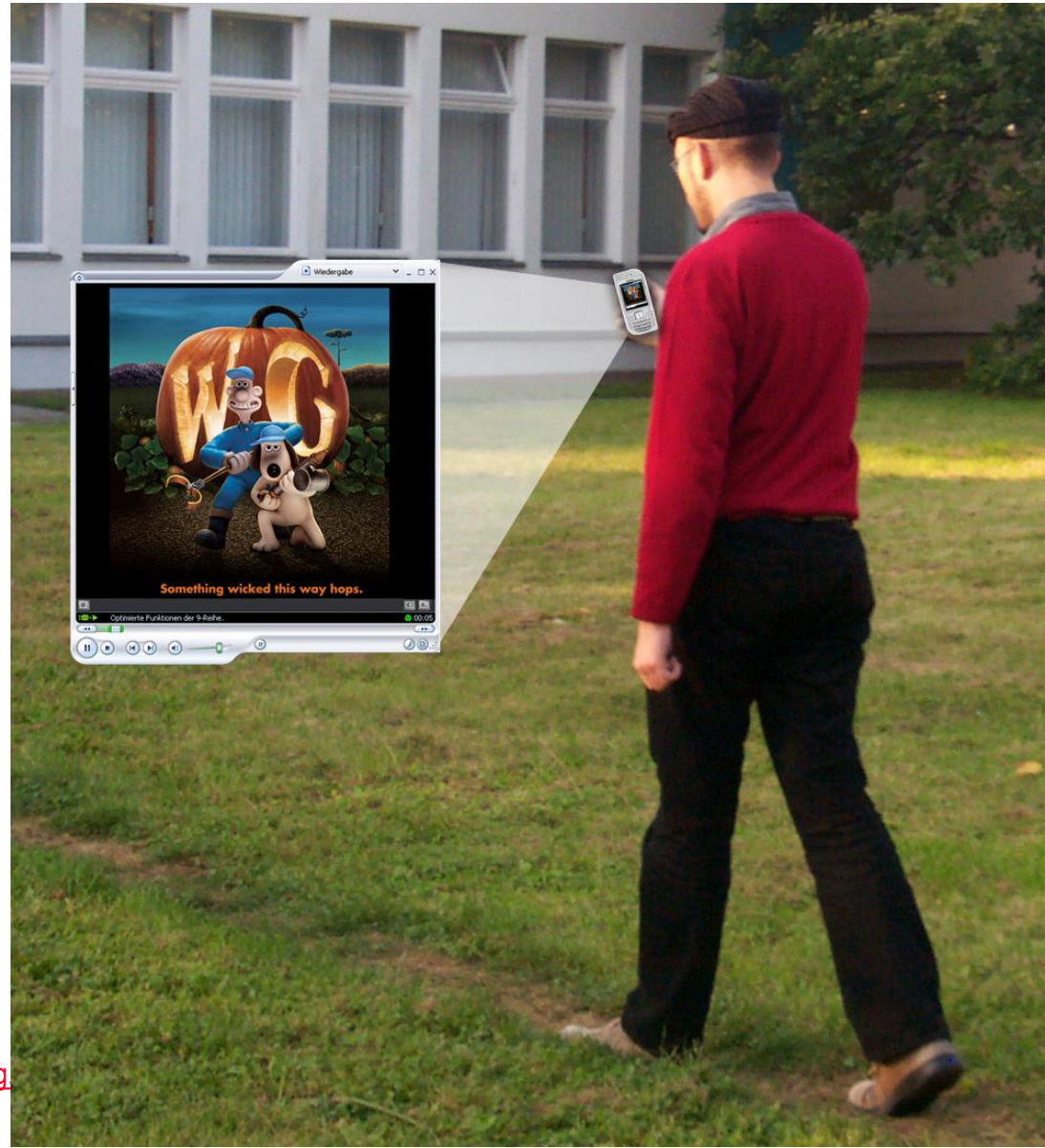
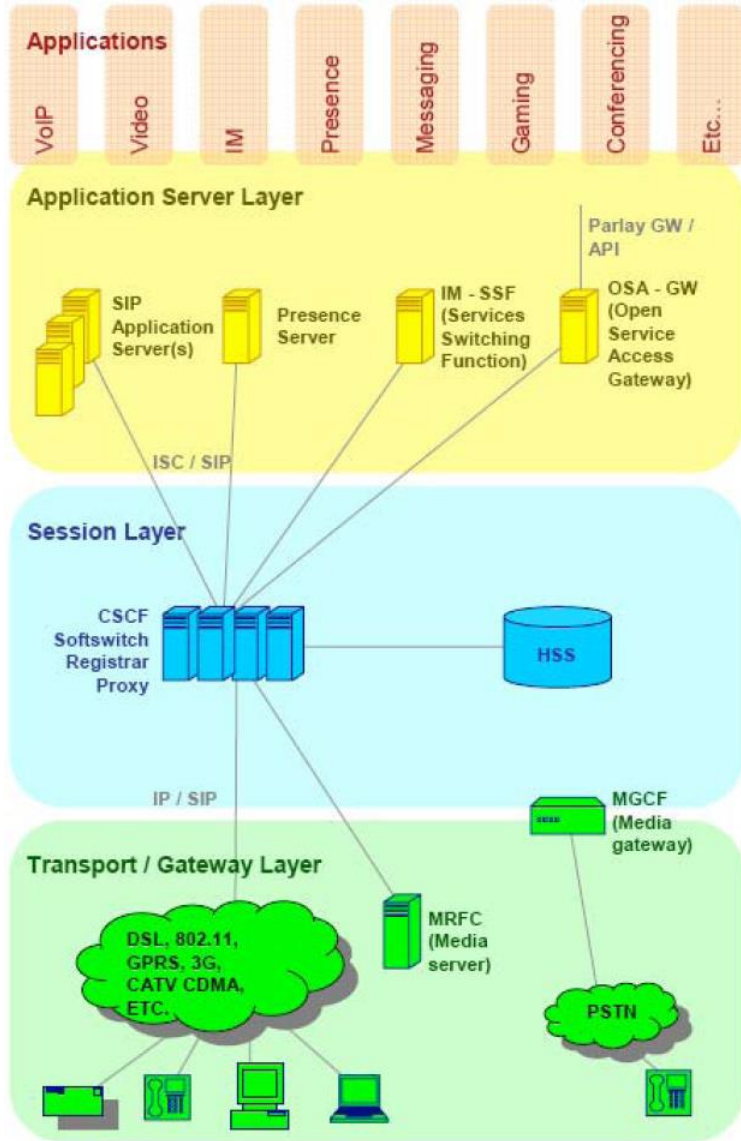
# Perspektivwechsel



Quelle: CAIDA.org



# Perspektivwechsel



# Das Problem der Geschäftsmodelle

Das Internet hat durch seine universelle, offene und globale Natur viele tradierte Geschäftsfelder bedroht:

- ▶ Proprietäre Kommunikationsdienste

Aber auch viele neue Geschäftsfelder eröffnet

- ▶ Aufbruch des Pareto-Gesetzes / „Living on the long tail“
- ▶ Indirekte „Multiparty Modelle“



# Perspektive der Netzbetreiber

## “Wiedererlangung von Geschäftsfeldern”

### o Netzwerk

- Telco-Provider: IP als Add-On, eingeschränkt (NATs, Port Barriers, ...)
- ISPs: Peering auf den Kopf stellen

### o Mobile Endgeräte

- Authentifiziert und kontrolliert

### o Services

- Modell: Transport/Gateways, Session Control und Applikationen als Providerangebot
- Carrier-zentriert
- 5G: Mobile Edge Services



# Perspektive der Anwender

## “Ubiquitäre freie Kommunikation”

### o Services:

- Transparent & allgegenwärtig
- Gebührenfrei (als Erlebnis)
- Gemeinschaftsgetrieben (“meine Leute”)

### o Endgeräte:

- PC/Laptop: erworben, persönlich kontrolliert
- Mobile: überlassen, kontrolliert durch Carrier

### o Netzwerk:

- Triple Play als “Einkaufsmodell”
- Persönliche Adressierung (Email, Telefonnummer, Web)
- Geringe Providerbindung
- Open Access: City-Netze, Freifunk, ...





# Perspektive der OTP Service-Betreiber

- o Akkumulation von Personen- und Verhaltensdaten
- o Datenanalyse für
  - Personalisierte Werbung und Marktforschung
  - Weitere Verwertung von Informationen und Schlussfolgerungen
- o Geschäftsmodell: Informations-Asymmetrie



# Treffpunkt Internet

## o Kernkonzept:

- Klarheit & Offenheit
- Globale Ideenschmiede

## o Innovationszustand divergent:

- Layer 5+: **Infrastrukturungebunden**,  
rasches Deployment beispielloser Erfolgsgeschichten
- Layer 3+/-: **Infrastrukturgebunden**,  
Carrier/ISP Deployment verhalten bis ablehnend

## o Problem: Innovationsentkoppelung

- Erfindungen richten sich gegen die Carrier (STUN, DHTs, ...)
- Historischer Streit: ‚Internet Community‘ versus ‚Bell Heads‘



# Das Internet Entwicklungsproblem

Die Kerninnovation des Internet Protokolls liegt in der Definition und Implementierung *einer adaptiven Netzwerkabstraktion im Ende-zu-Ende Design*. Diese erlaubt beliebigen Anwendungen, implizit mit der Leistungskraft der zugrundeliegenden Übertragungstechnologien zu kommunizieren, ohne explizit nach ihren technologischen Merkmalen gestaltet zu sein. Problem: Die *Einzigartigkeit* – Änderungen sind kaum möglich, ohne das Gesamtkonzept aufzugeben.



# Internet – Technologie (v6)

- o Global, transparent, Ende-zu-Ende
- o Dienstoffen, providerneutral, technologie-integrierend
- o Selbstkonsistente Sicherheitsmechanismen
- o Transparente, sichere Mobilitätsunterstützung
- o Globale Gruppenkommunikation
- o P2P Technologien
- o SIP, Peer-to-Peer SIP
- o Service Guides zur Autokonfiguration
- o **Anwendungsoffen**



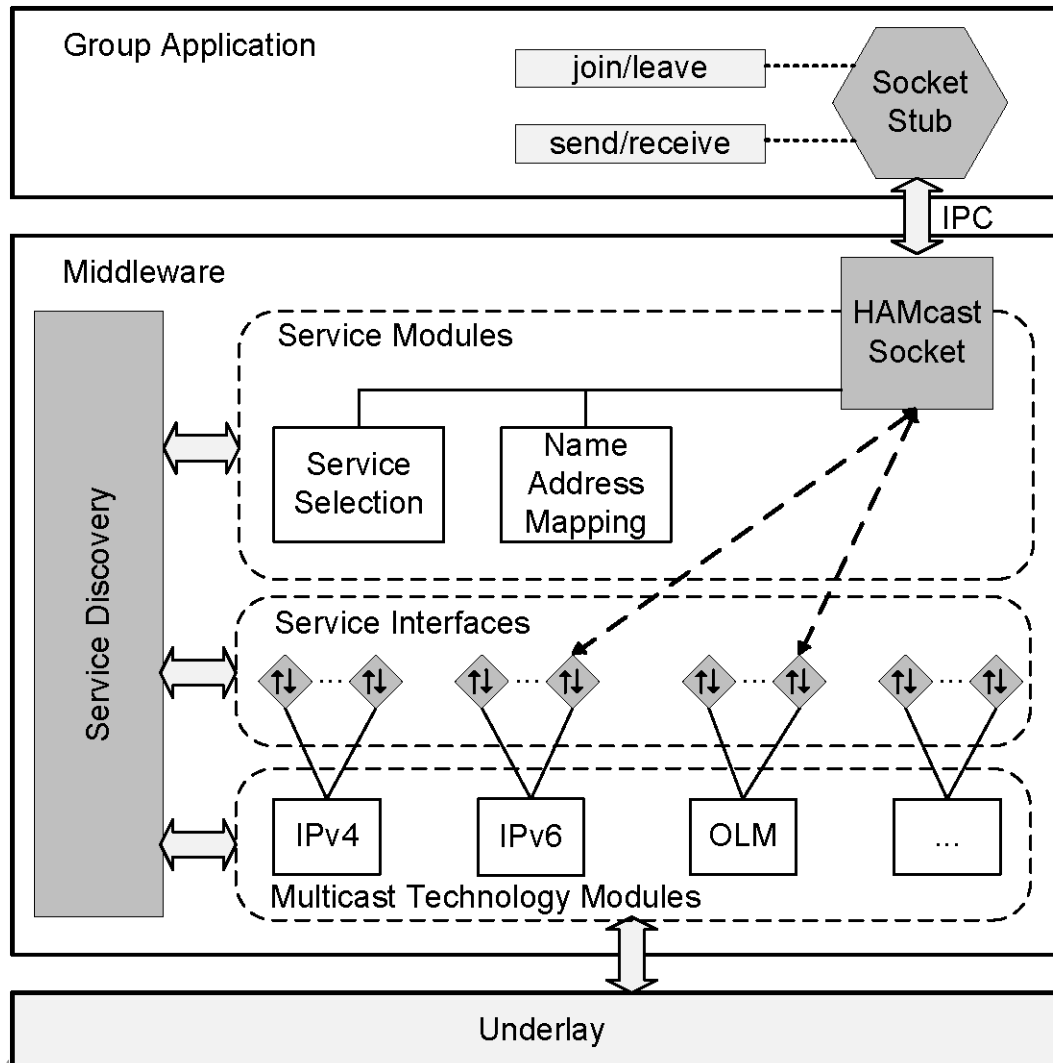
# Entkopplung von Layer-3- Innovationen und Deployment?

Konzeptansatz:

- o Anwendungsschicht zur Überbrückung von ‚Legacy Domains‘
- o Höhere Intelligenz auf den Endsystemen
- o Hochstehende APIs, die Technologien transparent integrieren



# Der HAMcast-Ansatz



# Der Video Tsunami

HOME PAGE MY TIMES TODAY'S PAPER VIDEO MOST POPULAR TIMES TOPICS

**The New York Times** **Technology**

WORLD U.S. N.Y. / REGION BUSINESS TECHNOLOGY SCIENCE HEALTH SPORTS OPINION

**Search** Tech News & 8,000+ Products

**Browse Products** -- Select a Product Category --

## Video Road Hogs Stir Fear of Internet Traffic Jam

By **STEVE LOHR**  
Published: March 13, 2008

Caution: Heavy Internet traffic ahead. Delays possible.

**Multimedia**



For months there has been a rising chorus of alarm about the surging growth in the amount of data flying across the Internet. The threat, according to some industry groups,

- E-MAIL
- PRINT
- SINGLE PAGE
- REPRINTS
- SAVE
- SHARE

# Audio + Video im Internet?

Eine lange Geschichte:

1981 – Packet Video Protocol (PVP), ISI/USC

1990 – Internet Stream Protocol II – IPv5 (RFC 1190)

1991 – Erste Videokonferenz im DARTnet

1992 – Casner/Deering (ACM SIGCOMM CCR):

„At the March, 1992 meeting of the Internet Engineering Task Force (IETF) in San Diego, live audio from several sessions of the meeting was "audiocast" using multicast packet transmission from the IETF site over the Internet to participants at 20 sites on three continents spanning 16 time zones.“

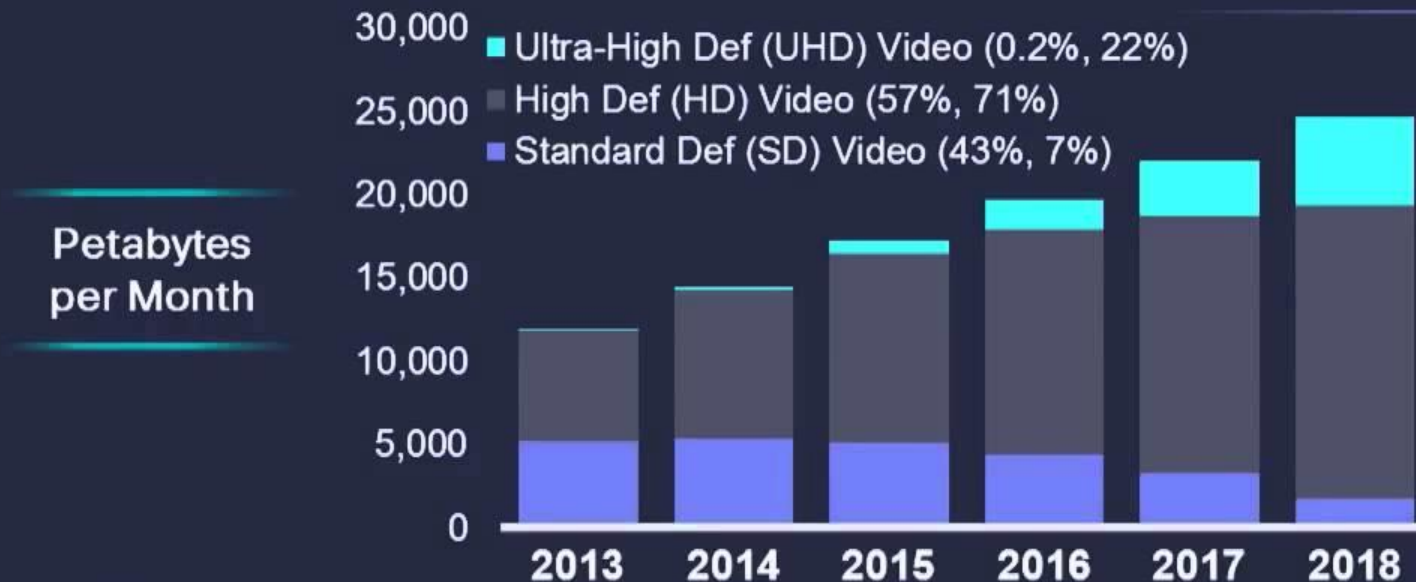


# Datenentwicklung im Internet

## Growing Definition of Global IP VOD

Ultra-HD IP VOD Will Account for 22% of VOD Traffic in 2018

16% CAGR 2013-2018



\* Figures (n) refer to 2013, 2018 traffic share

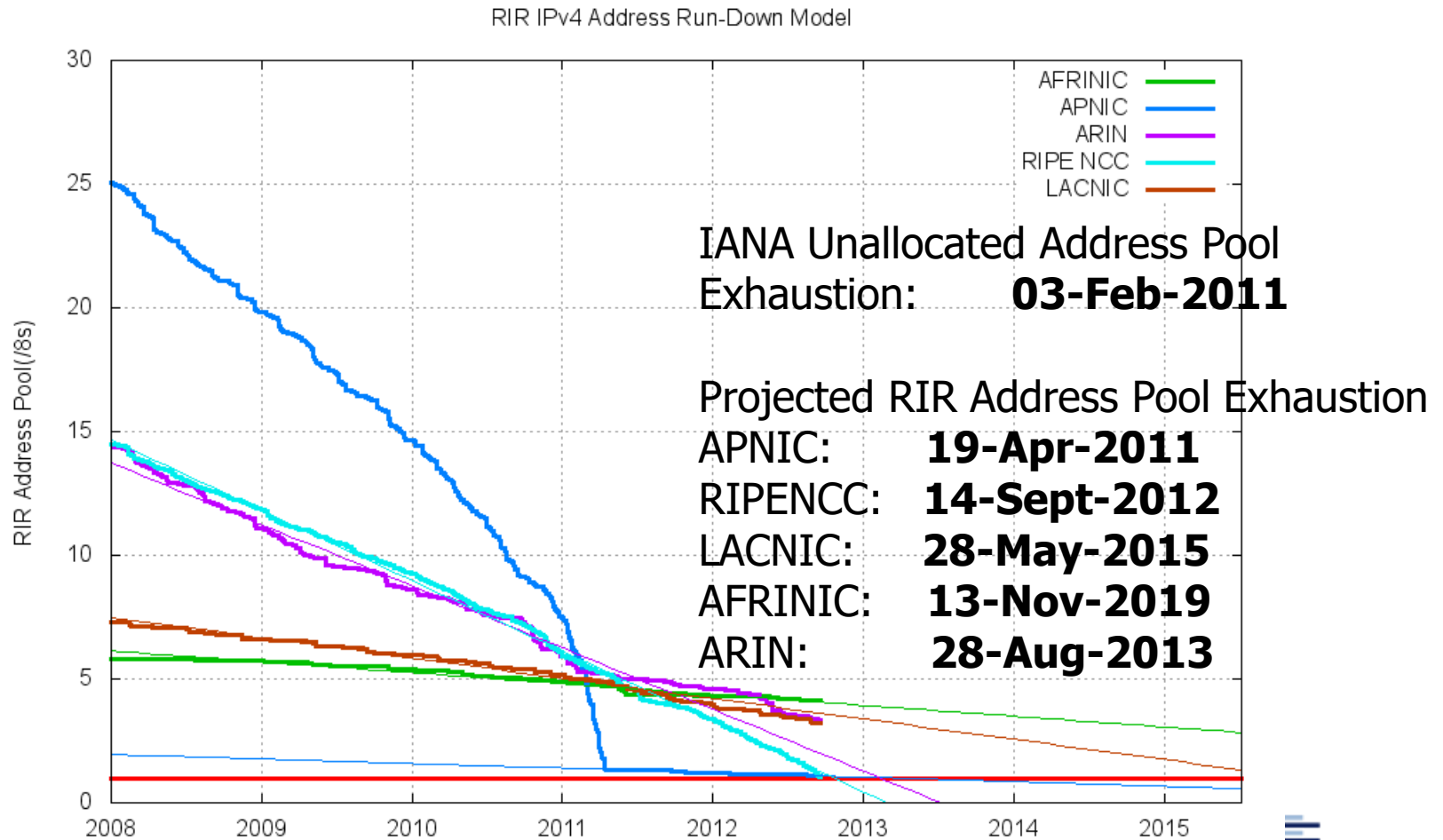
Source: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2013-2018

© 2013-2014 Cisco and/or its affiliates. All rights reserved.

Cisco Confidential

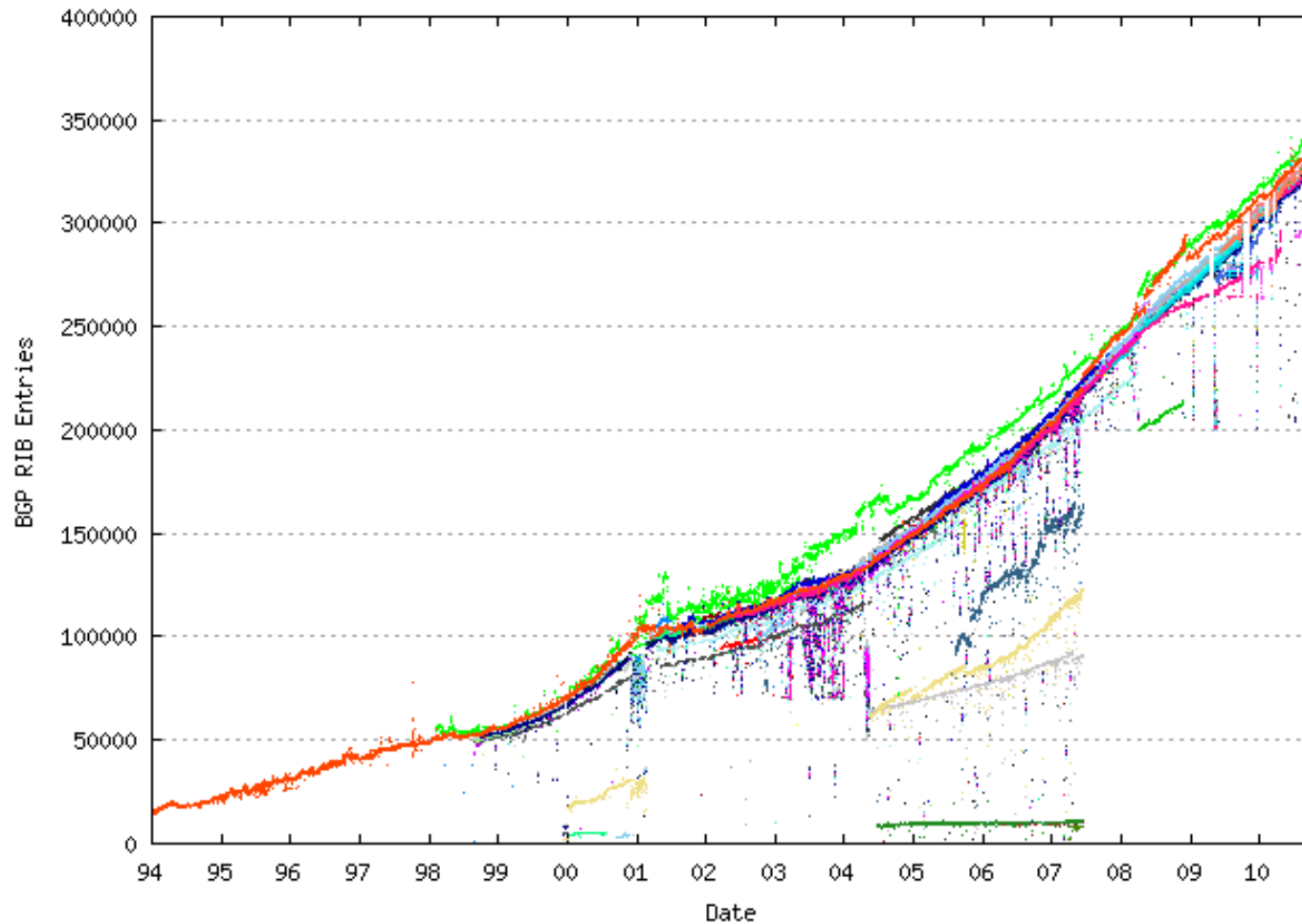
5

# Adressverbrauch ...



Quelle: Geoff Huston, <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/> Stand September 2012

# Routing Tables



# Das Internet-Skalierungsproblem

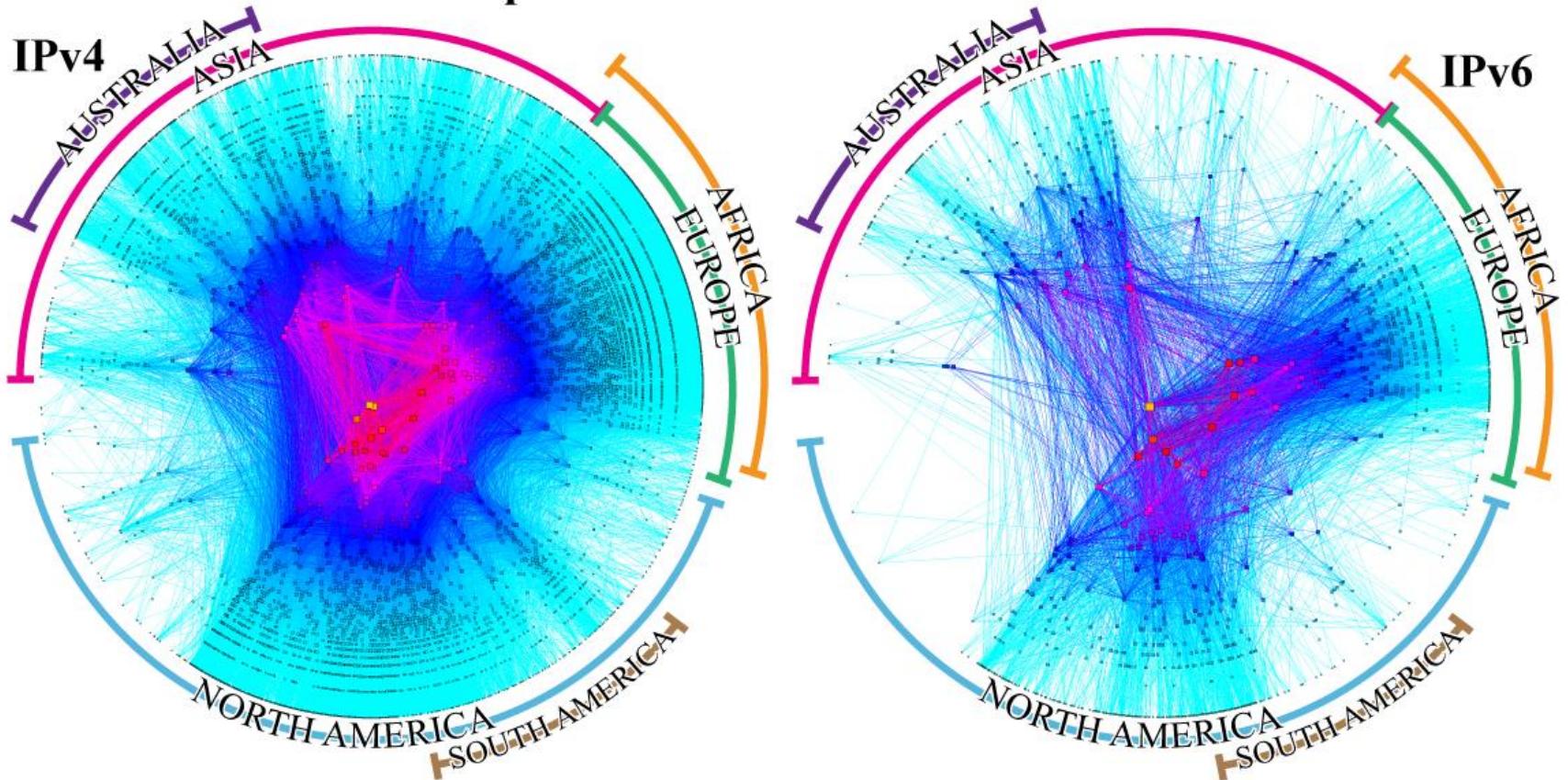
- o Exponentielles Teilnehmerwachstum seit Jahrzehnten (!) stellt die „Schwachpunkte“ der Architektur frei
- o Kernproblem: Adressierung & Routing



# Die Internet-Topologie

CAIDA's IPv4 & IPv6 AS Core  
AS-level INTERNET Graph

Archipelago  
Jan 2013



Copyright 2013 UC Regents. All rights reserved.

# Ursprüngliche Internet Hierarchien

## Peering Hierarchy

## Business Relations

Tier 1: Global Internet Core

Settlement Free

Tier 2: National/Regional ISPs

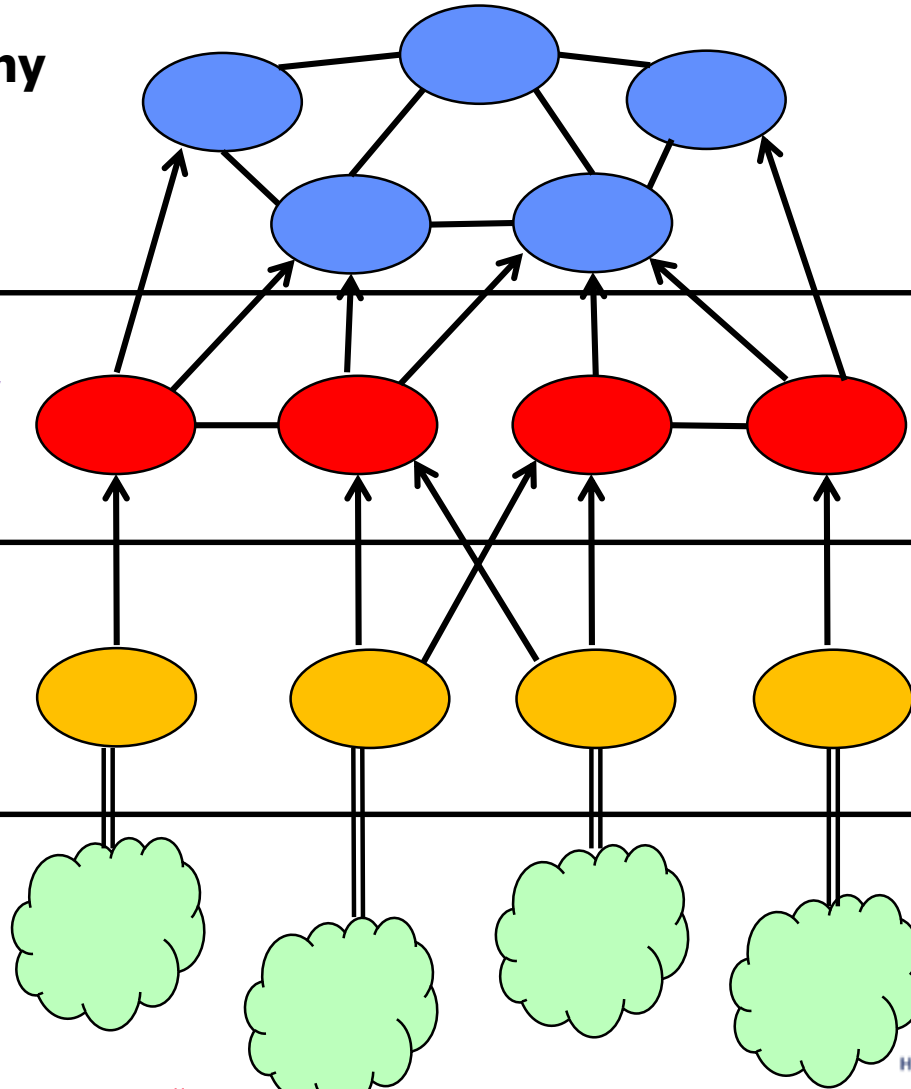
Pay for BW

Tier 3: Stub Networks, Local Eyeballs

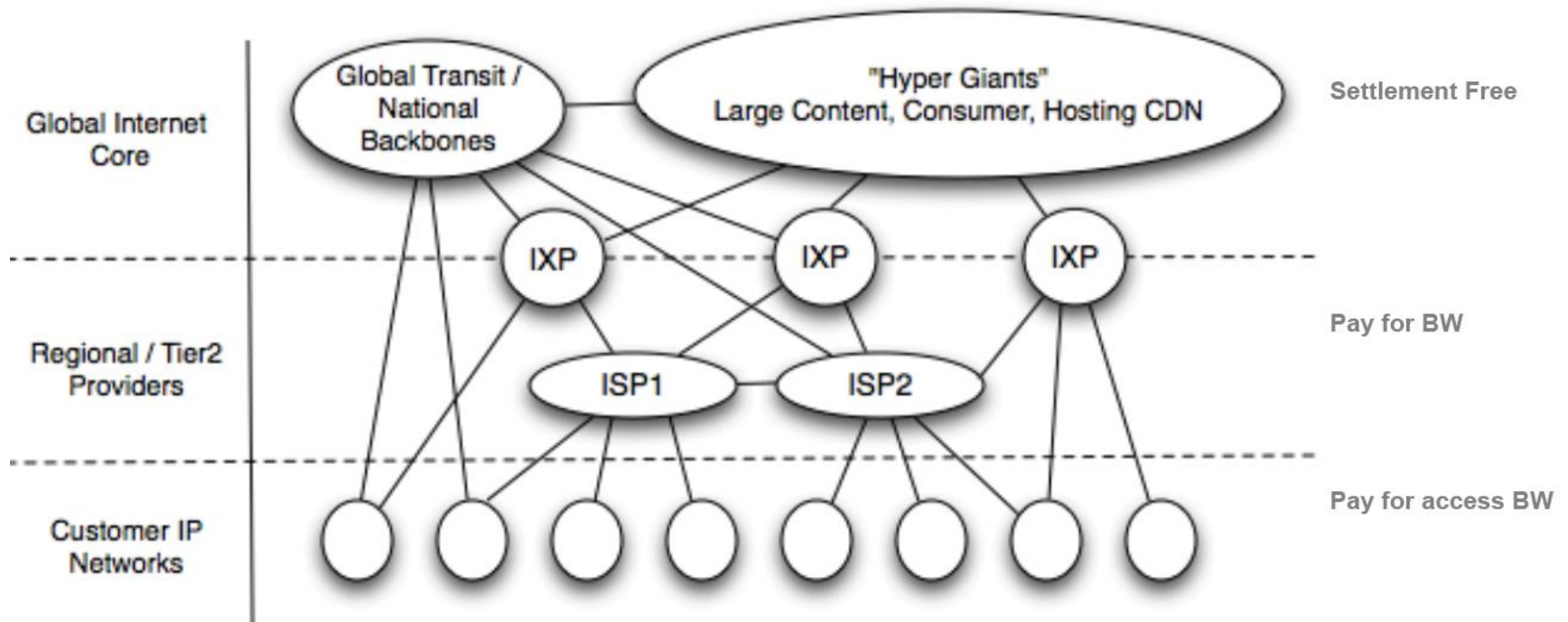
Pay for Upstream

Customer IP Networks (without ASN)

Pay for Access



# Aktuelles Internet-Modell



Quelle: G. Labovitz, et al.: Internet Inter-Domain Traffic, SIGComm 2010

# “A Third of the Internet is Under Attack” – Caida 2017

- o Spoofing
- o DDoS
- o Botnets
- o Interception
- o Fraud
- o ...





# Zielstellung: Sicherung kritischer Infrastruktur

... Analyse zum Schutz des Internets in  
Deutschland

*Peeroskop, 2011 ☺*

ZEIT  ONLINE uen ...



**NSA-ENTHÜLLUNGEN**

**Und Volker Kauder will ein deutsches  
Internet**

06.09.2013 ... Ende doch von einem  
Unionspolitiker. Fraktionschef Volker Kauder hat  
in einem Video-Interview mit Schülern ,  
organisiert von der Rhein-Zeitung , einen Rückzug  
in eine Art **deutsches Internet** vorgeschlagen. Er  
sagte: "Was ich gerne hätte — in Frankreich ...

*Gibt es so etwas überhaupt??*

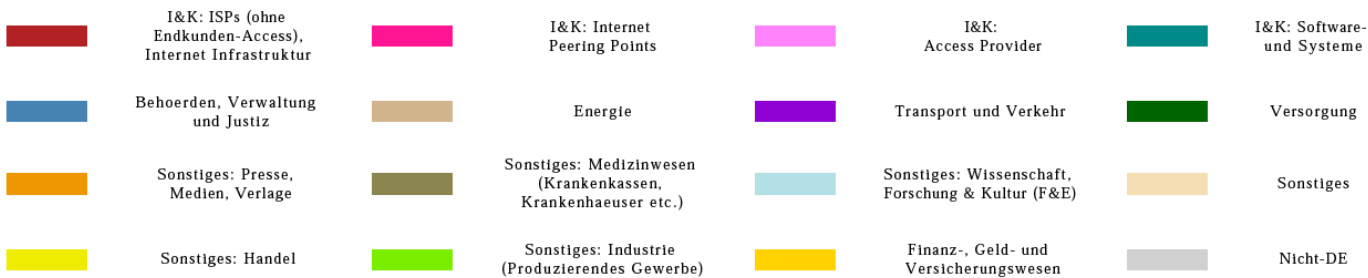
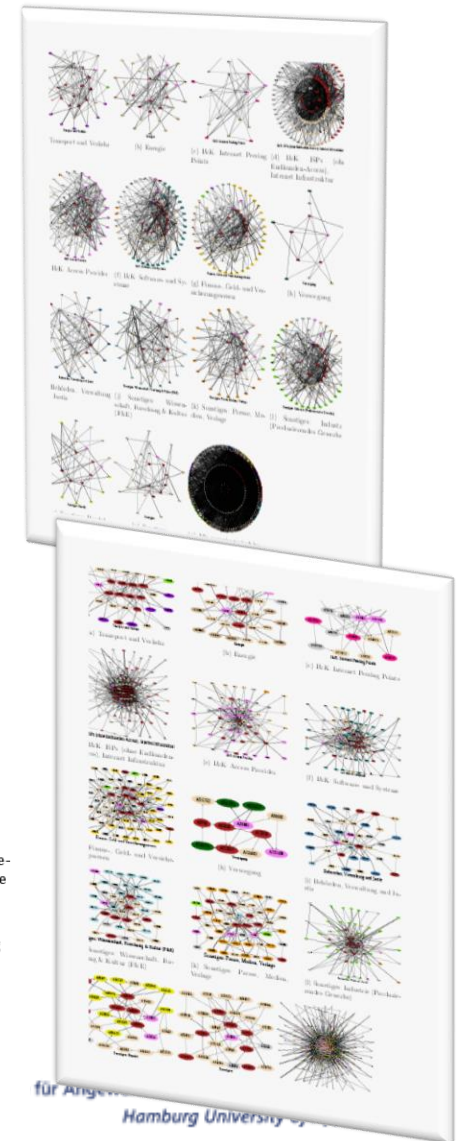
# Das Sicherheitsproblem des Internets aus Landessicht

- o Das Internet ist heute eine funktionskritische **Landes**infrastruktur
- o Problem: Landes-zentrische Sicht des Internets:
  - Ist eine nationale Klassifizierung sinnvoll möglich?
  - Inwieweit lässt sich das IP-Routing national abgrenzen?
  - Wie sind die strukturellen Abhängigkeit des nationalen Netzes und dessen Robustheit beschaffen?
  - Wie abhängig ist die Landesnetzinfrastruktur von internationalem (länderspezifischen) Transport?
  - Wie kann das nationale Backbone gegen internationale Angriffe und „Routen-Entführung“ geschützt werden?



# Bilder vom 'deutschen' Internet

- o Visualisierung mittels GraphViz
- o Automatisierte Produktion unterschiedlicher Sichten
  - Routing-Hierarchien
  - Strukturminimierungen
  - Kommunikationsflüsse

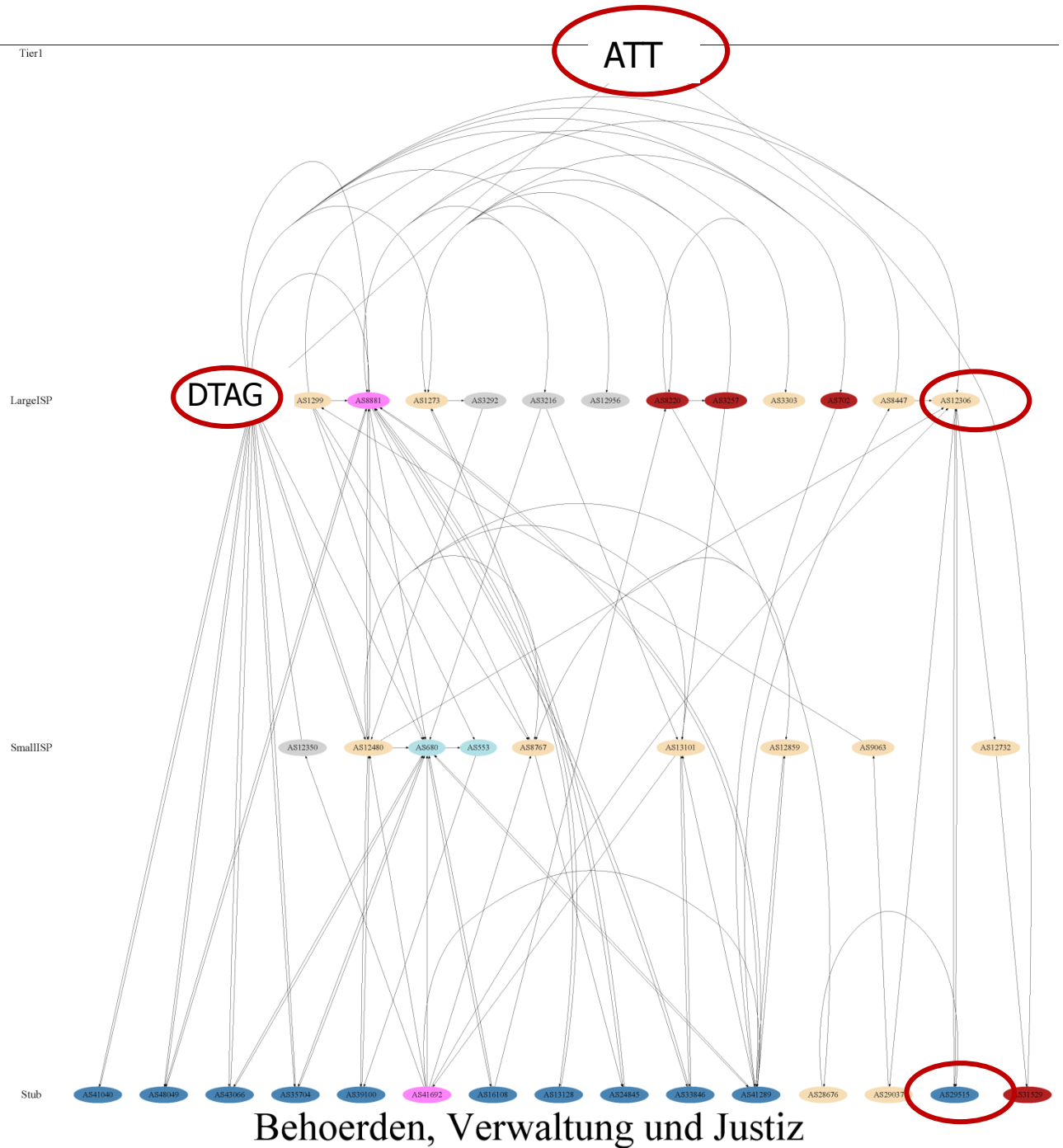


# Routing Hierarchie: Behörden, Verwaltung, Justiz

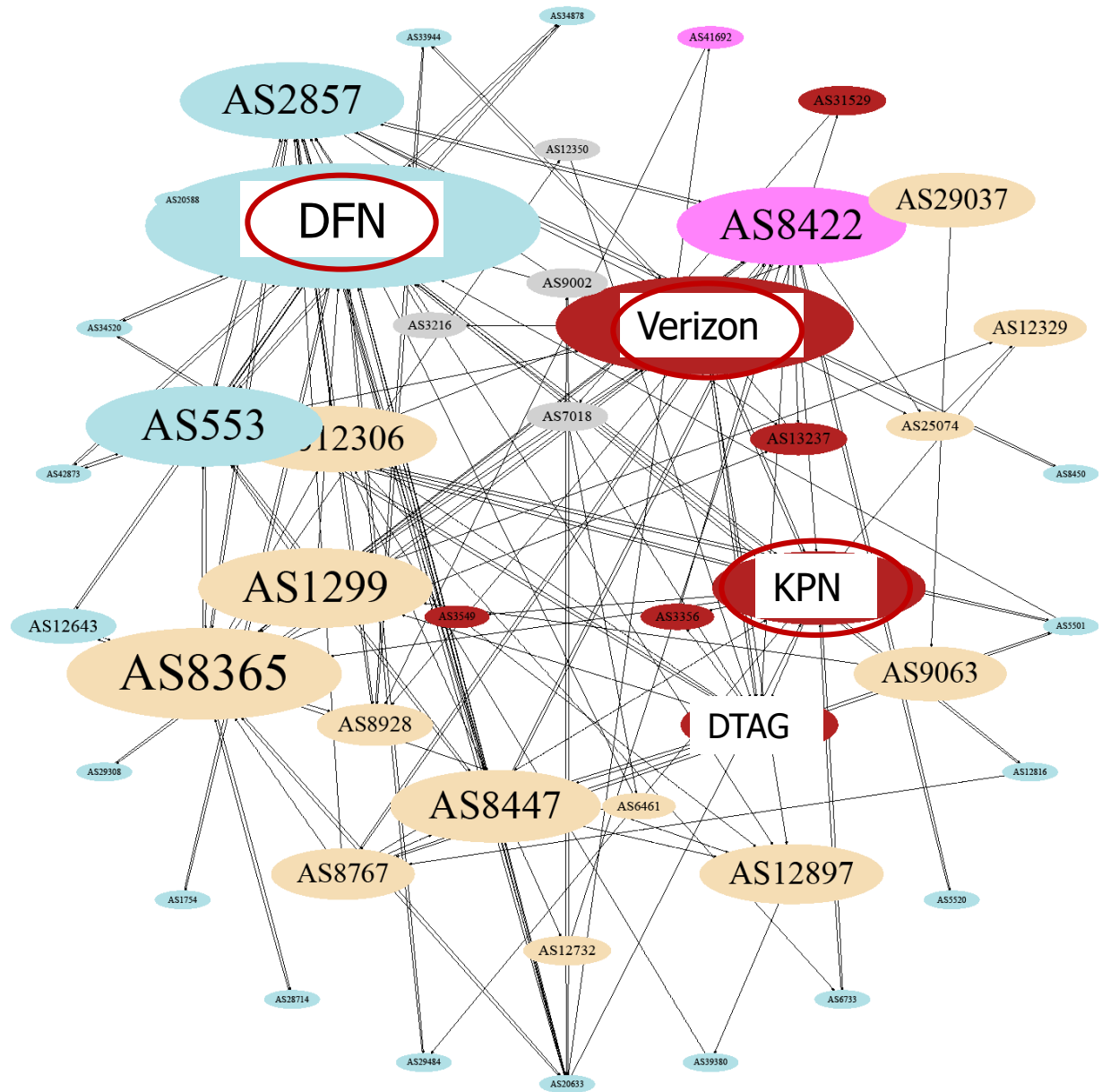
Hauptsächlich verbunden via DTAG & Versatel

Aber:

- Kleine Gruppe benutzt Plusline als Upstream ISP, welcher AT&T als Transit benutzt

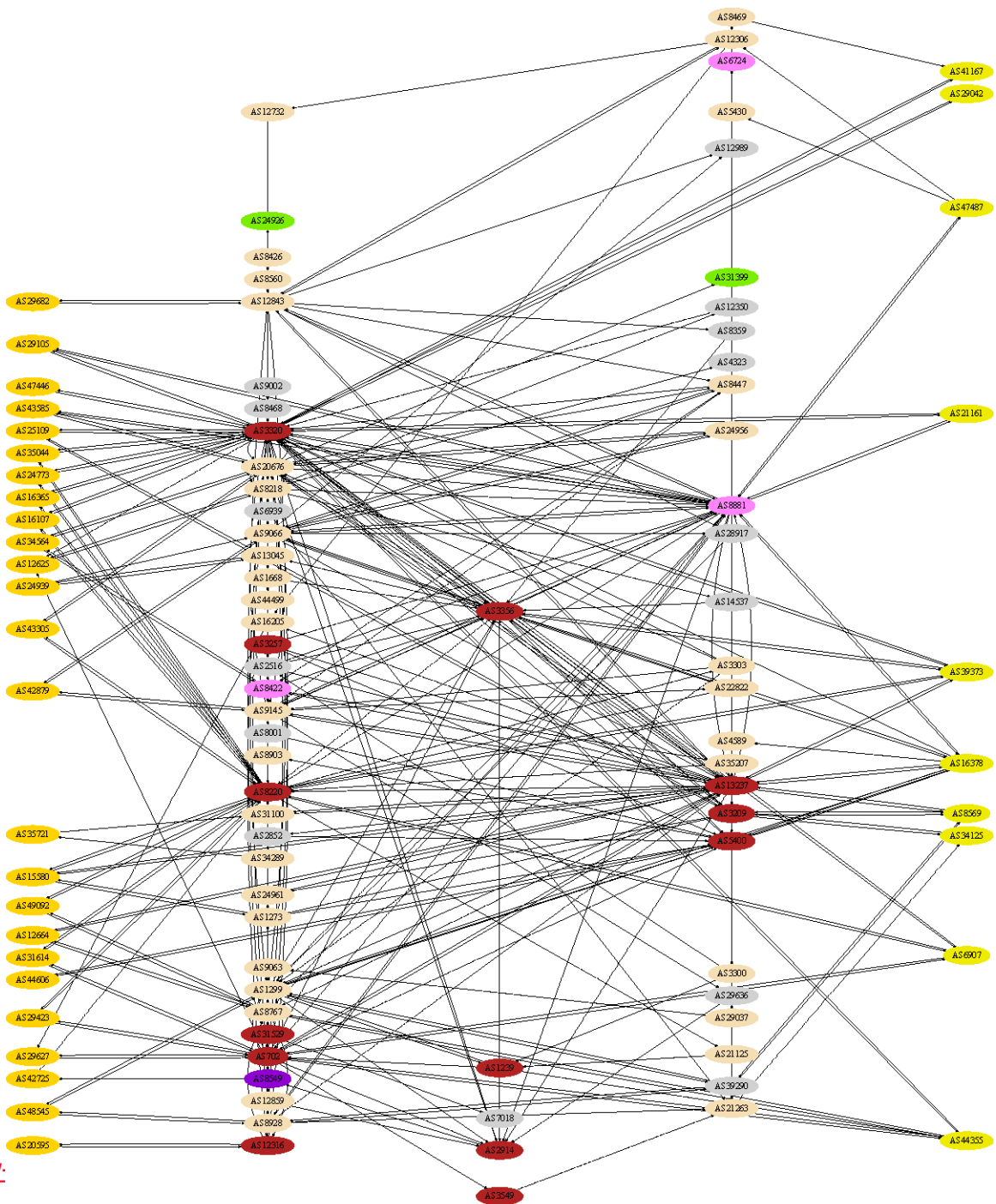


# Hierarchisches Ring Modell (Größe der Knoten misst Relevanz im Transit): F&E-Sektor



Sonstiges: Wissenschaft, Forschung & Kultur (F&E)

# Kommunikationsflüsse: Finanzen - Handel



# Leistungspotentiale des Internets

- Schlüsseltechnologien:
  - o Mobilität
  - o Echtzeitfähigkeit
  - o Gruppenkommunikation



# Mobile IPv6

- o RFC 3775 (Juni `04), jetzt RFC 6275 (Juli `11)
- o Ende-zu-Ende Mobilitätstransparenz
- o Autonom, selbstkonfigurierend
- o Routen-Optimierung
- o Weitgehend implementiert
- o Geringes Deployment: PMIPv6 bevorzugt
- ➔ **Echtzeit-Problem: Handover Latenzen**





# ID-Locator Problem

IP-Pakete werden an **Zieladressen** gesendet.

Diese bezeichnen

o den Empfänger (**w**er es ist)

o den Ort des Empfängers (**w**o es ist)

**Aber: Mobile Knoten ändern ihren Ort !**



# Das Rendezvous-Problem

Wie können sich (einander unbekannte)  
Teilnehmer im globalen Netz finden?

o ohne zentrale Indexierung (Google)

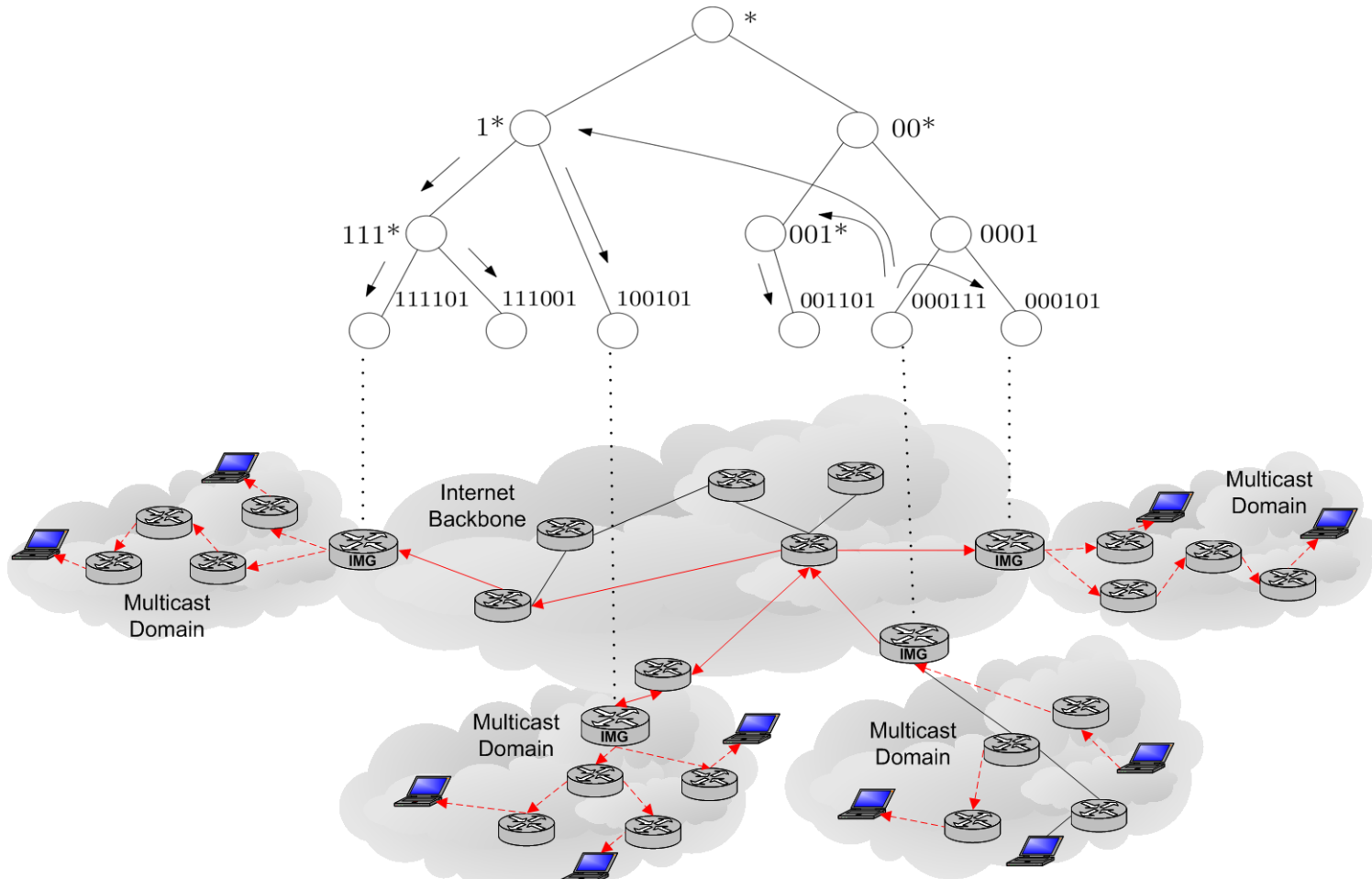
o ohne globale Wissensbasis (BGP)

o ohne zentralen Rendezvous-Punkt (PIM)

o ohne (unbegrenzten) Broadcast



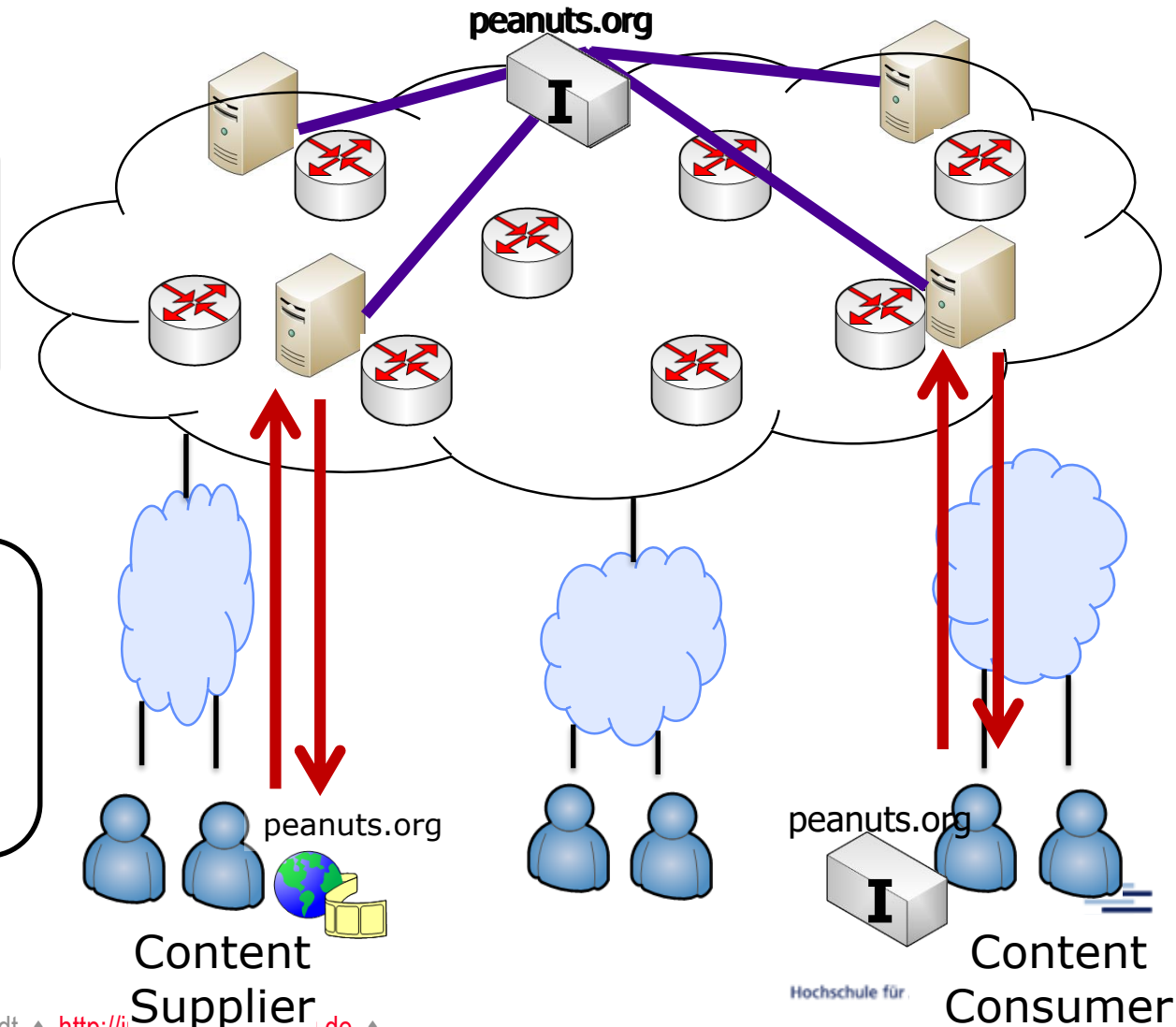
# Partial Flooding of Shared Virtual Tree



# Future: Routing to Content

Core:  
Bidirectional  
Shared Tree  
(aka BIDIR PIM)

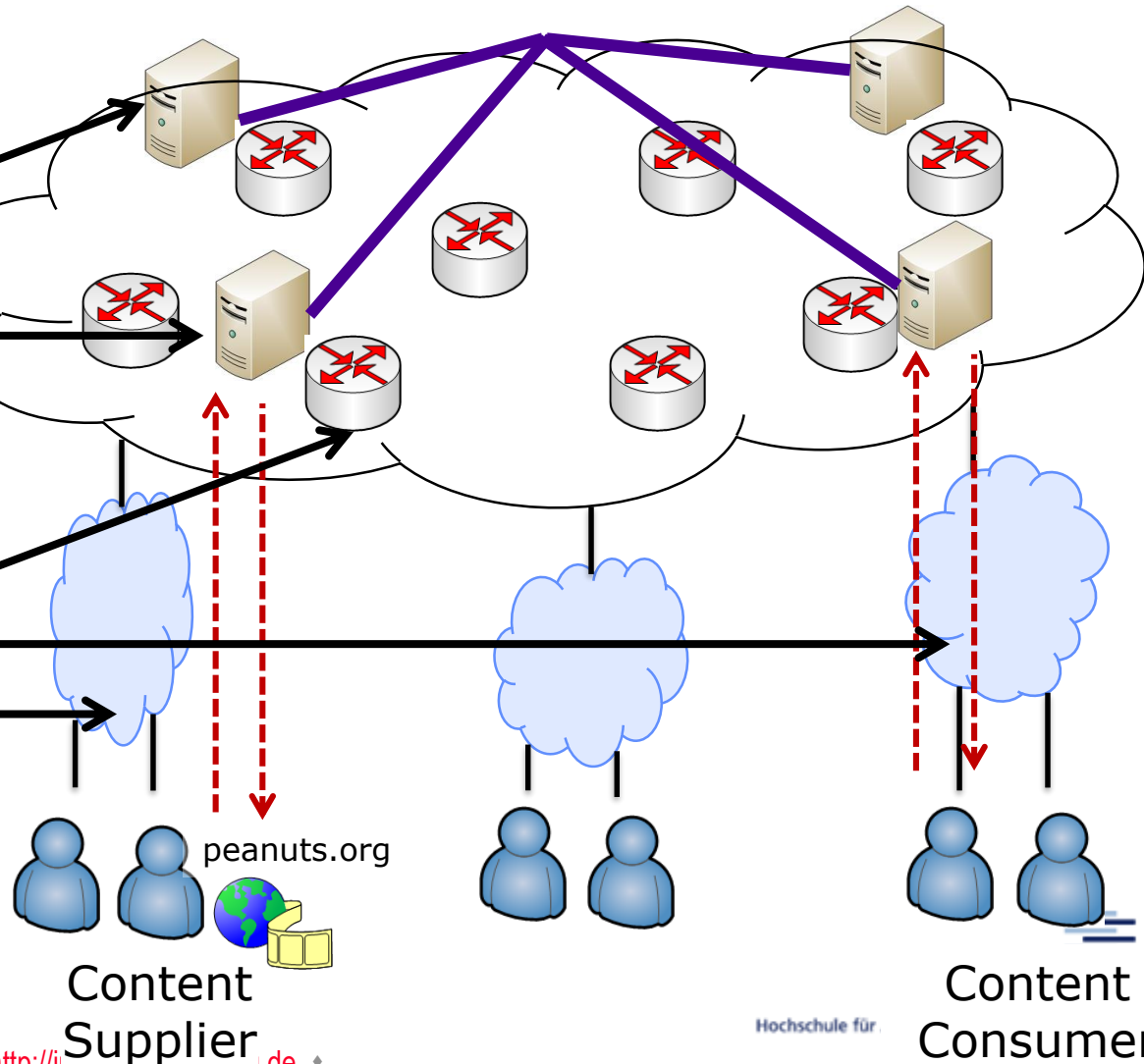
Supplier:  
Registers Name  
at Content Store



# In-Network Storage (Caching)

Off-path Caching:  
Content Stores at  
Upper Tier

On-path Caching:  
Arbitrary Routers



# Internet of Things

## o Sehr viele, sehr kleine Systeme

- Ohne User-Interface
- Machine-to-Machine Kommunikation
- Batterielebensdauer häufig limitierende Ressource
- Schlüsselprobleme: Identität und Authentizität

## o Anwendungsfelder entstehen ständig

- SmartGrids & SmartHomes
- Verteilte Sensorik (Wireless Sensor Networks)
- Fahrzeugkommunikation
- Eingebettete Intelligenz ...



## o Software-Probleme

- Entwicklerfreundlichkeit & Kompatibilität
- Echtzeitfähigkeit
- Energieeffizienz

## o Sicherheitsprobleme

- Leichtgewichtige Krypto
- Infrastrukturlose Authentizität
- Sichere Kommunikation
- Privacy & Datenhoheit



daVIKo 2

Connect Collaboration Properties View About

Icons: Home, Download, Video, Print, Info, Help

Name	Video	Audio	Quality	IP Address
radtke@fhtw-berlin.de	4 fps 136 kb/s			141.45.5.213

radtke@fhtw-berlin.de

Vielen  
Dank !



Haben Sie Fragen?

