



# Internet Technologien – Probleme, Konzepte, Perspektiven & Projekte

Einführung in Technik & Technologie vernetzter Systeme

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



# Organisation

o Vorlesung ... wie üblich

+ Kurzdiskussionen zu relevanten Artikeln

+ Alle lesen das `Paper der Woche`

+ x-er Teams (8 Gruppen) präsentieren

+ x Diskussionsfragen zu Kernthesen des Papers

o Praktikum ... wie üblich in 2-er Teams

- 2 Versuche für jeweils zwei Termine

- Anmeldung bei Frau Behn



# 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 Telephone

- \* Gespräche immer öfter mobil

- \* immer mehr Mobiles sind IP-basierte Smartphone

- \* 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

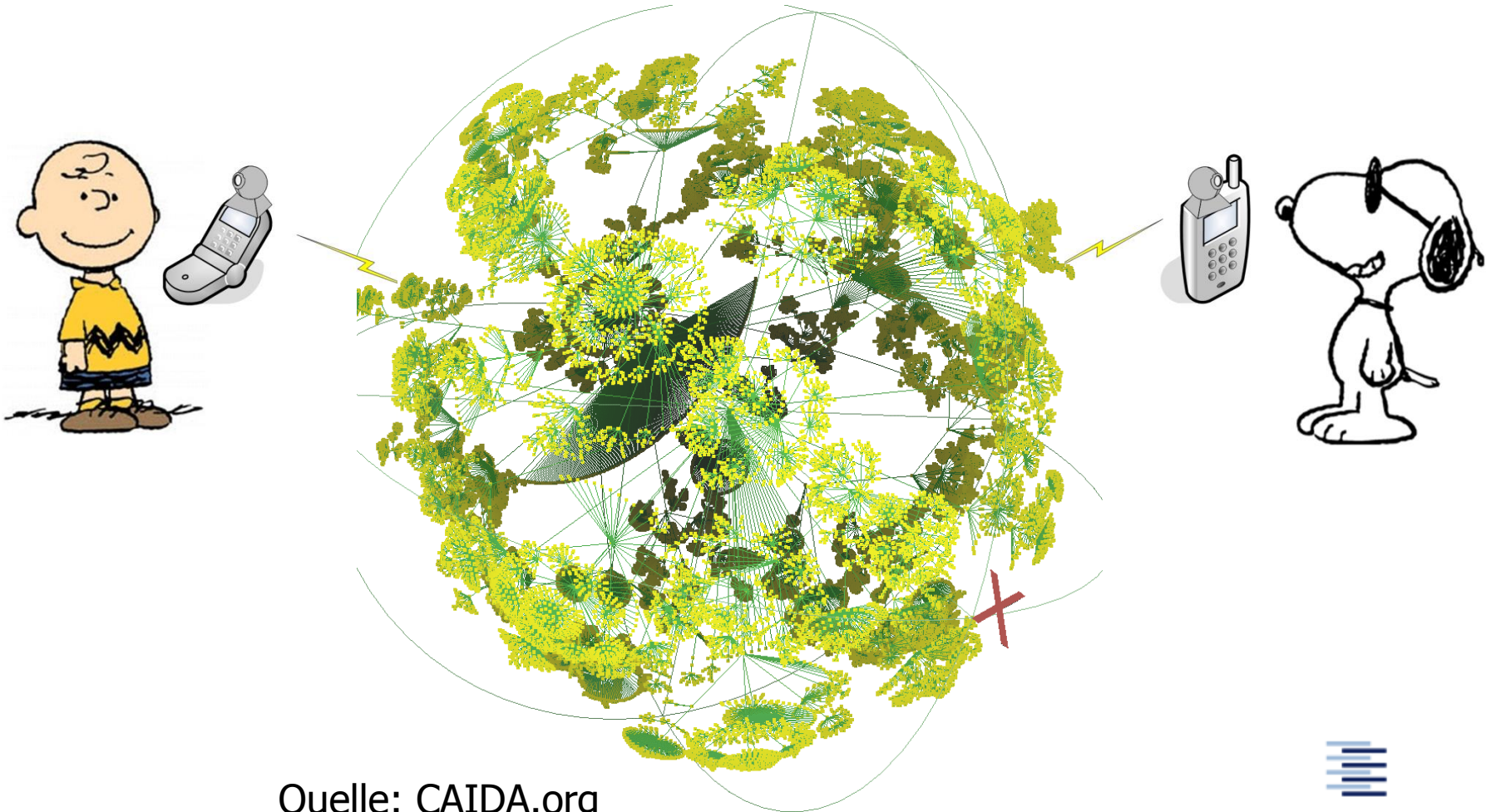
# Konsenzpunkt Konvergenz

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

➔ Konvergenzpunkt: IP



# Perspektivwechsel

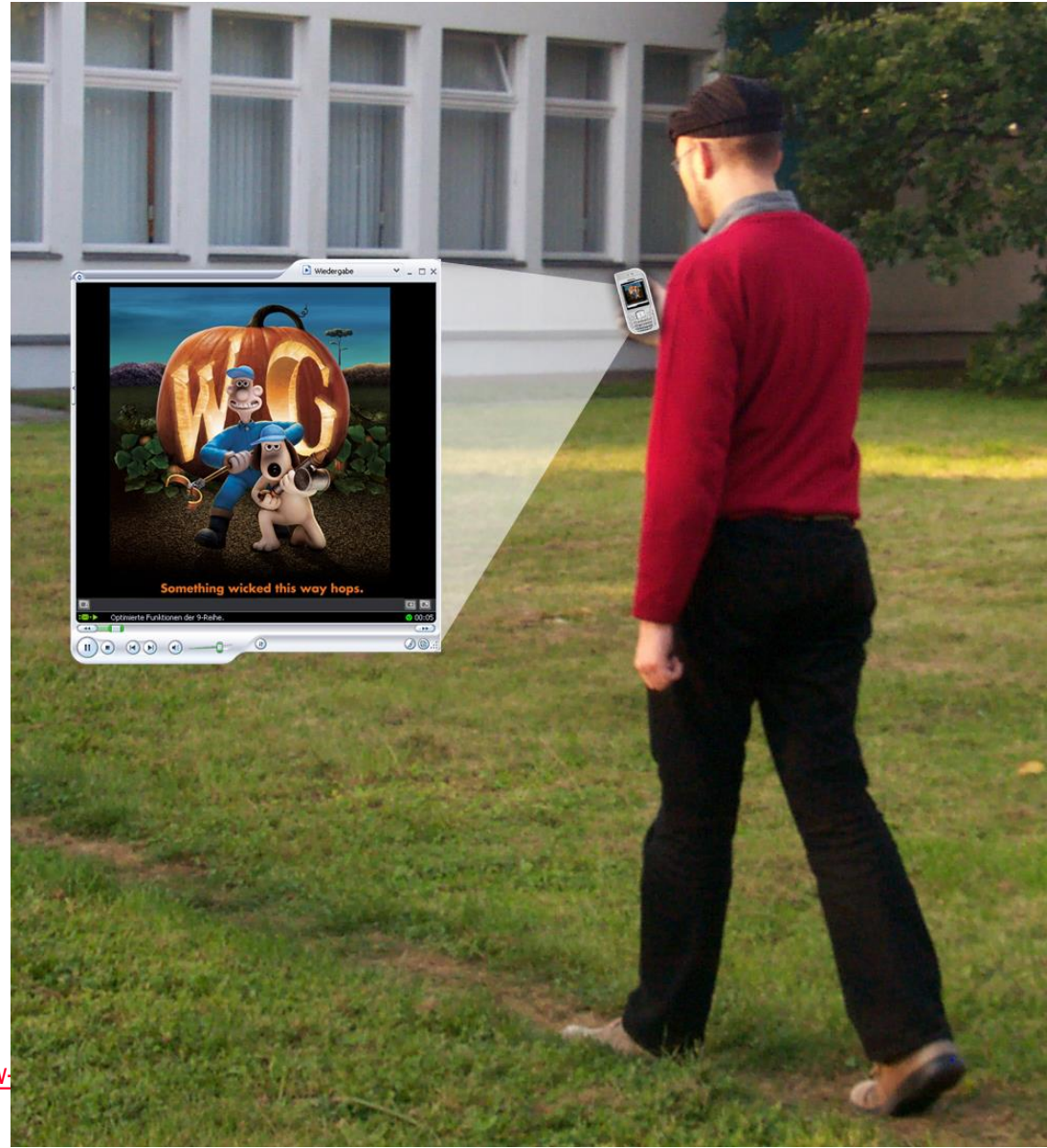
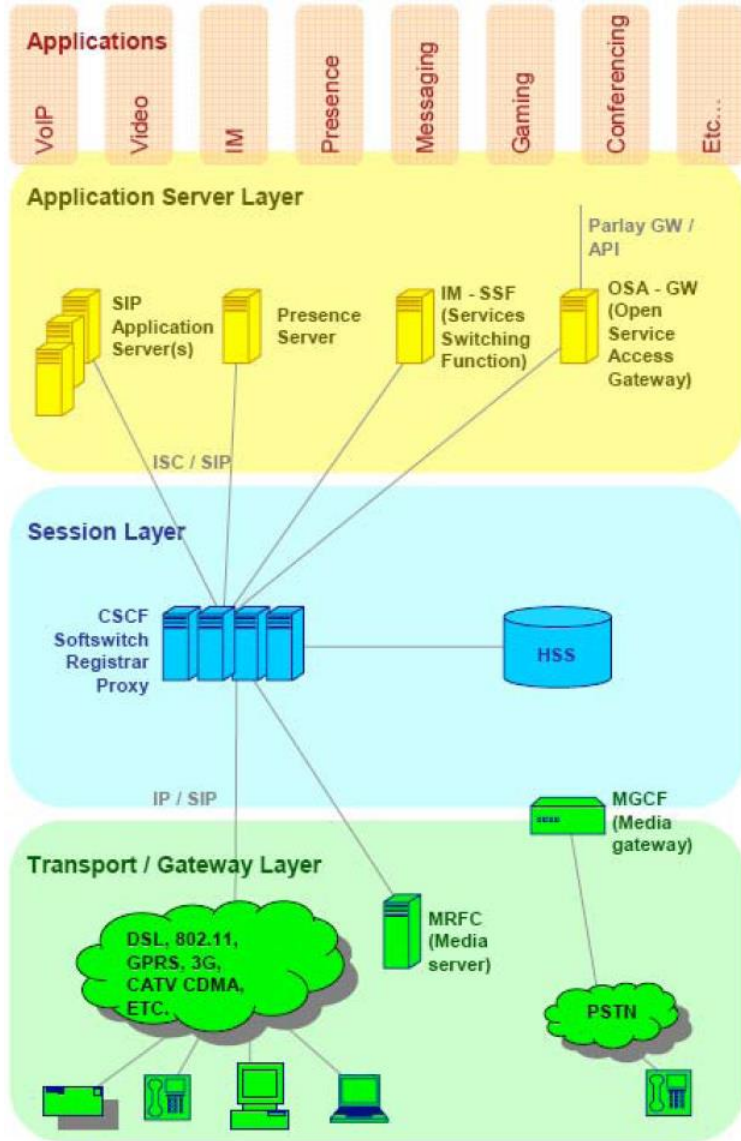


Quelle: CAIDA.org



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Hamburg University of Applied Sciences

# 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“





# Perspektive der Betreiber

## “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
- Verbrauchsabrechnung (+ Flatrate Pakete)



# 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, FON, Starbucks, ...



# 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**



# Internet - Anwendungen

- o daViKo Videokonferenz  
Software

- o H.264 Codec

- o Peer-to-Peer  
Kommunikationsmodell

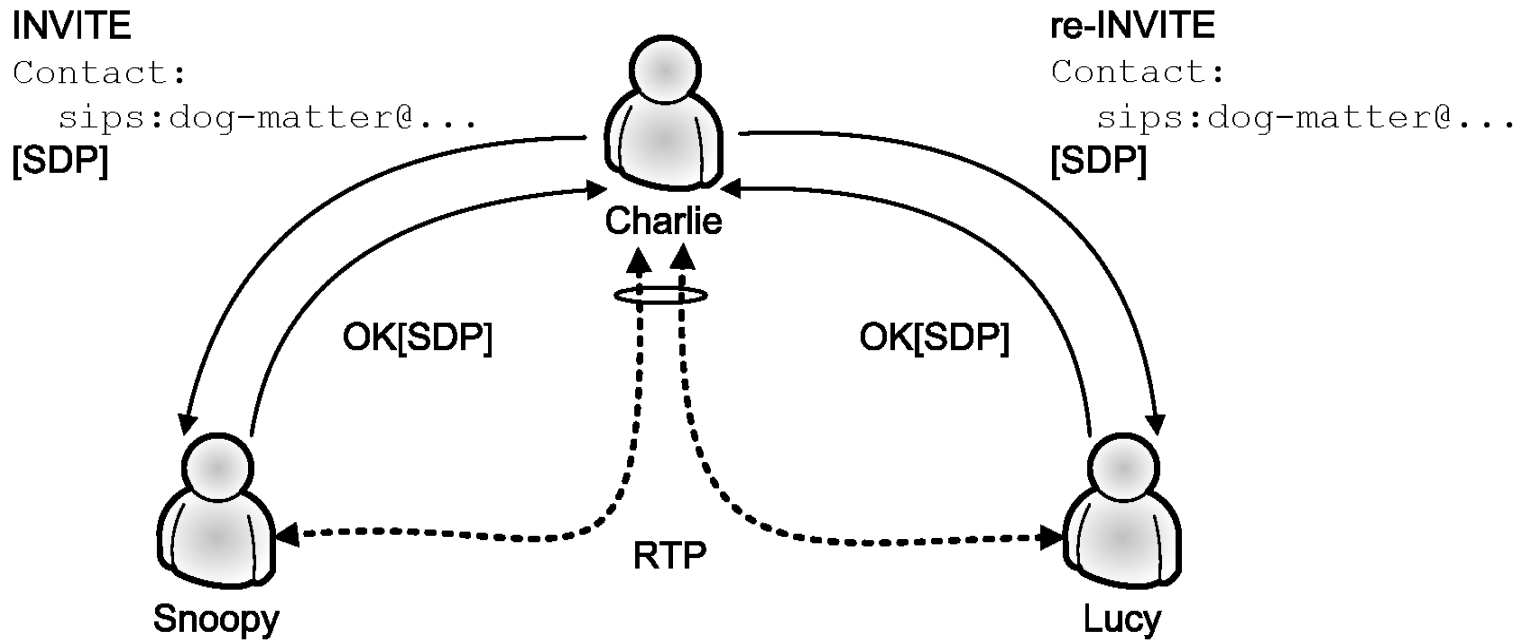
- o Einfache User Lokalisierung

- o IPv4 & IPv6 –  
Unicast & Multicast

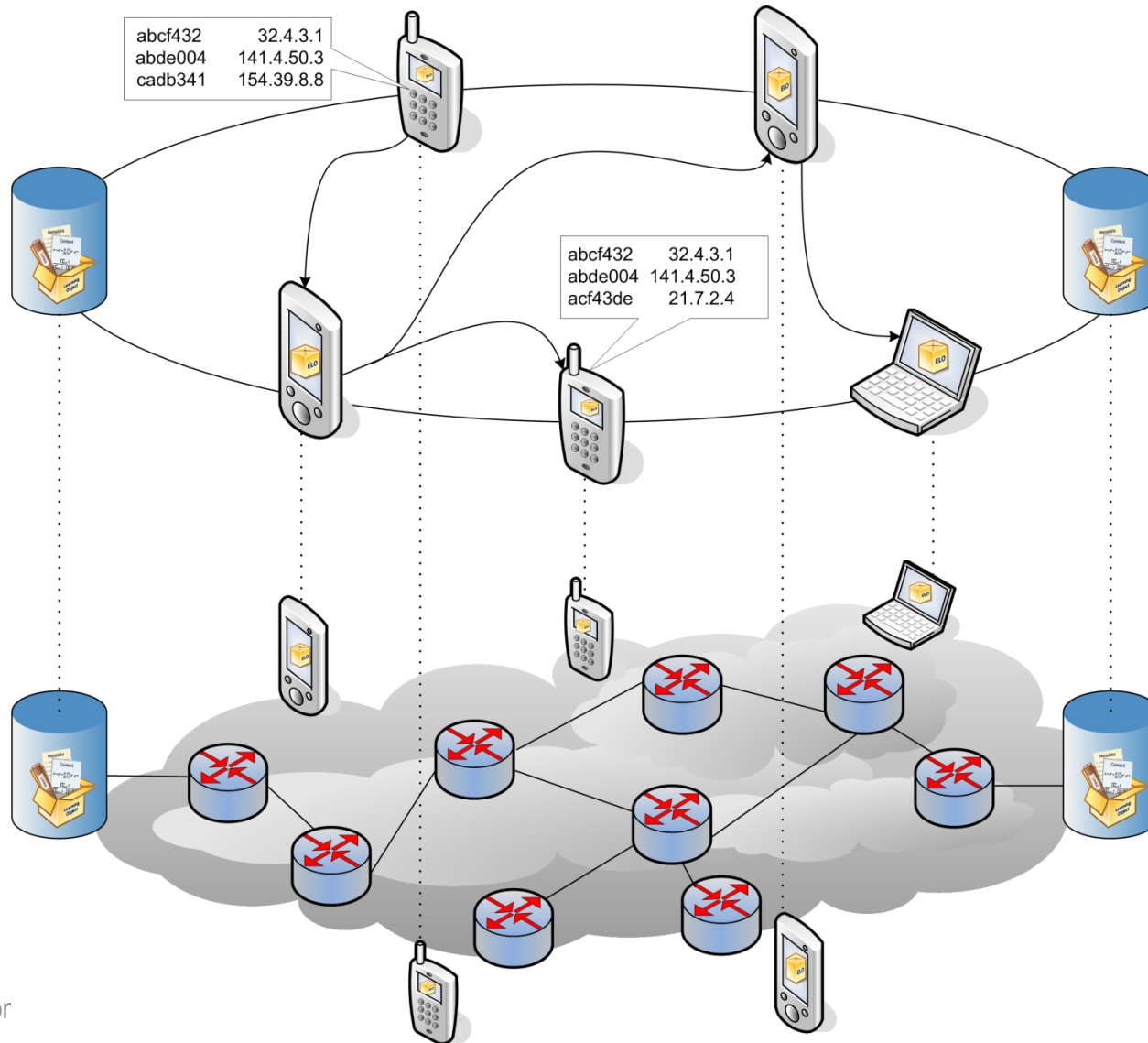
- o Mobile Teilnehmer



# Schlüsselprotokoll: SIP



# P2P-Konzepte





# Internet – Kontroverse der Offenheit

“IP was the first "overlay network" designed from scratch to bring heterogeneous networks into a common, world-wide "network of networks" [...] Through a series of tragic events the Internet is gradually being taken back into the control of providers who view their goal as limiting what end users can do, based on the theory that any application not invented by the pipe and switch owners is a waste of resources. ”

David Reed, May '07



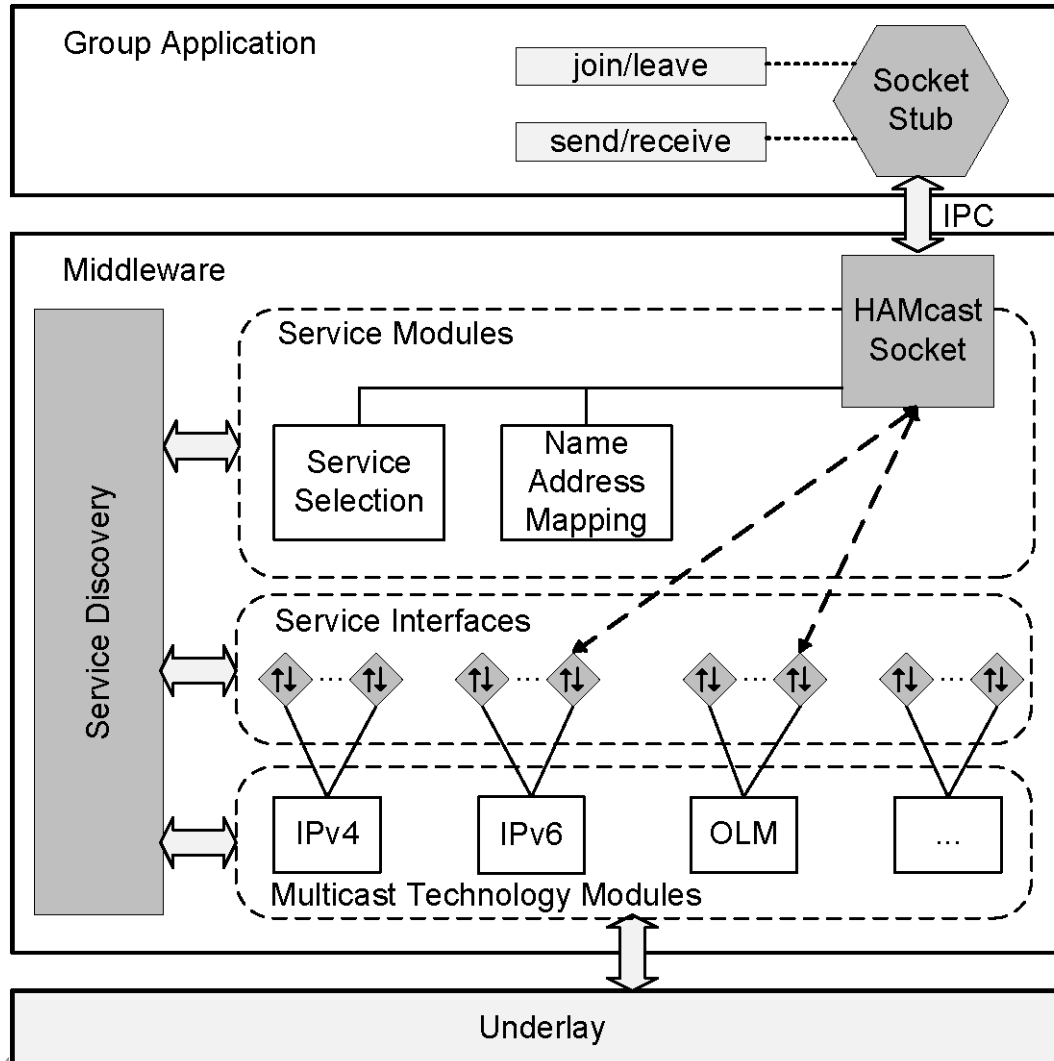
# Entkopplung von Layer-3-Innovationen und Deployment?

Konzeptansatz:

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



# Der HAMcast-Ansatz



# IPTV: 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)

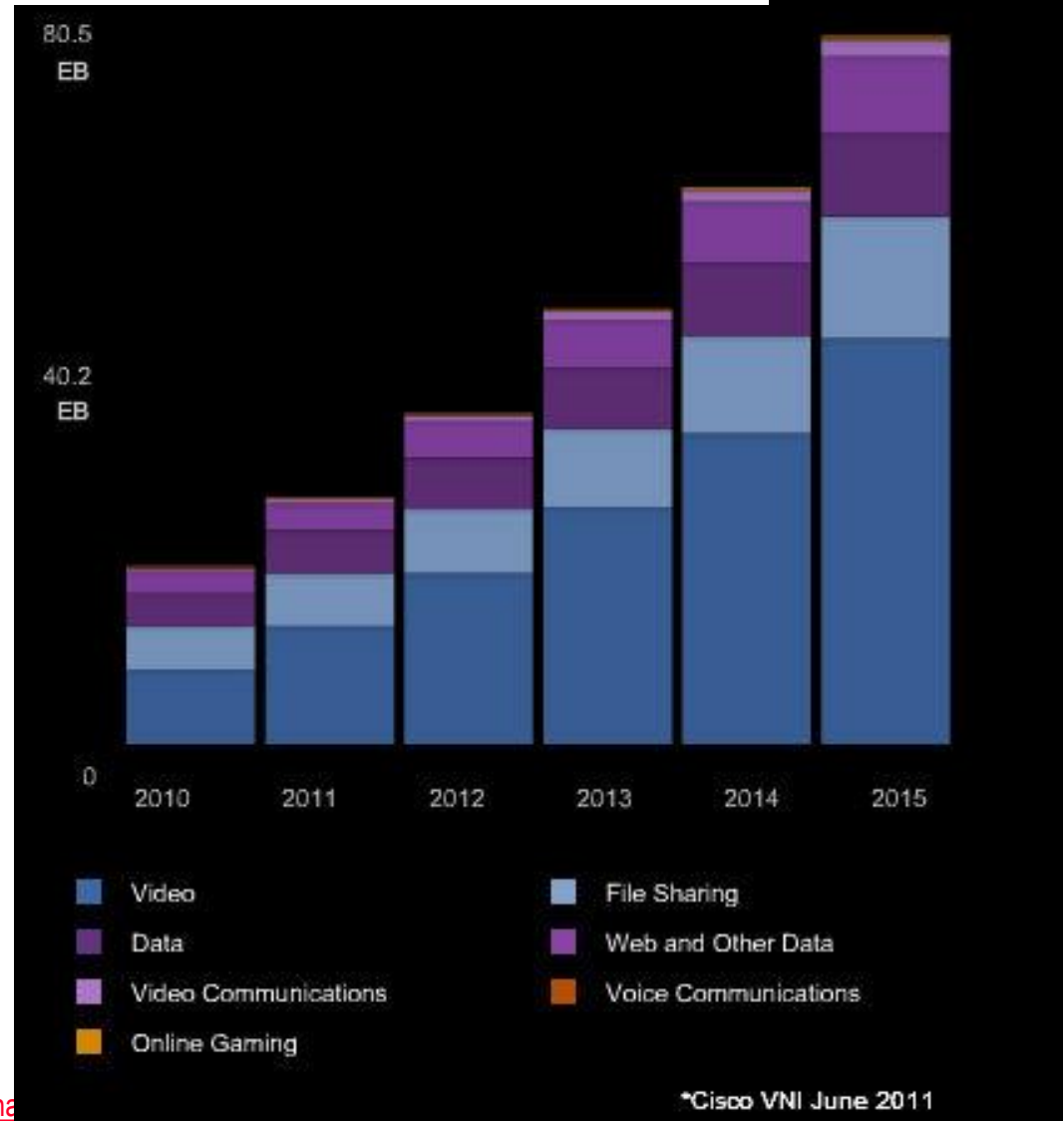
1991 – Erste Videokonferenz im DARTnet

1992 – Casner/Deering (ACM SIGCOMM CCR):

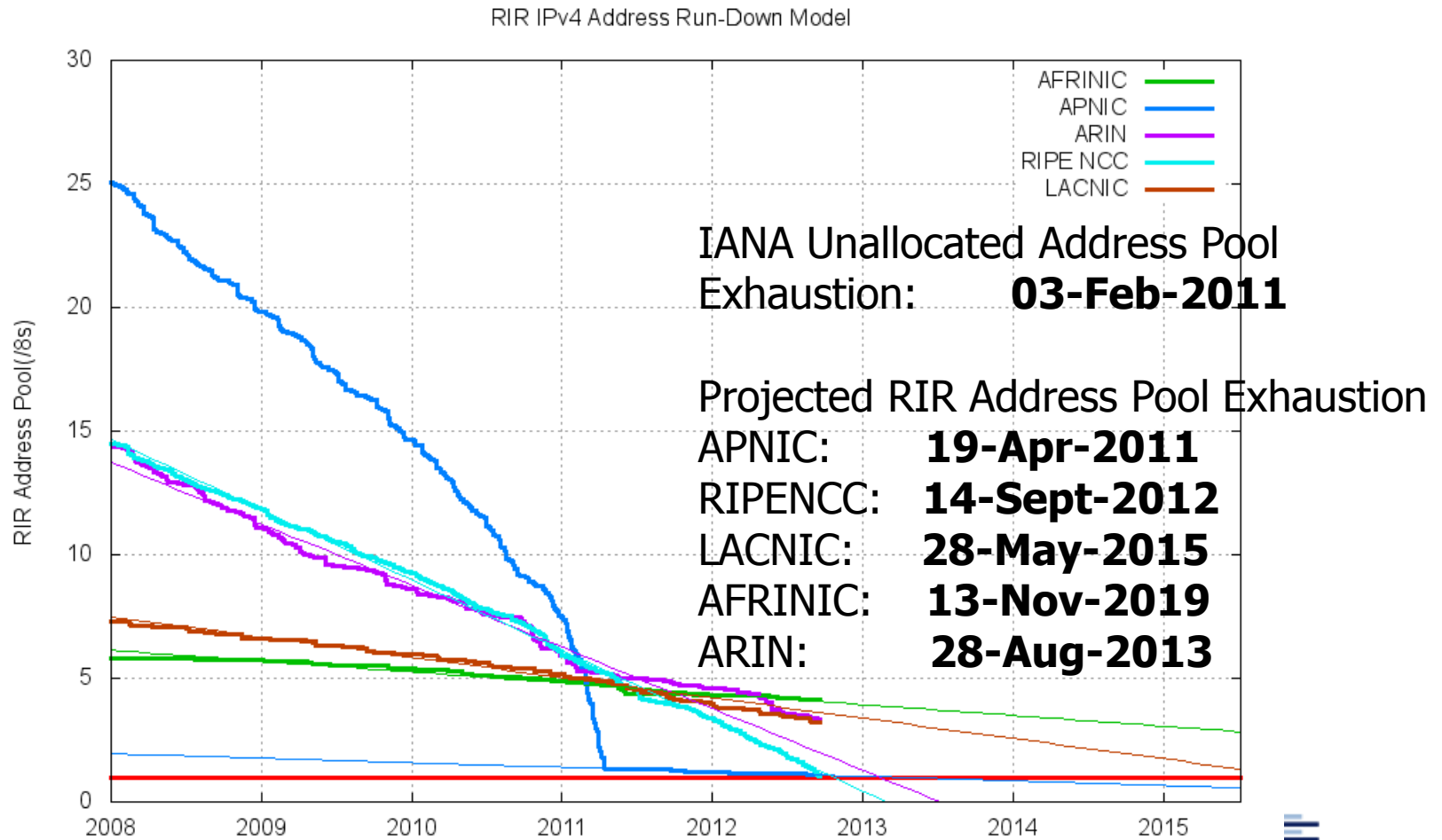
„At the March, 1992 meeting of the Internet Engineering Task Force (IETF) in San Diego, live audio from several sessions of the meeting was "audiocast" using multicast packet transmission from the IETF site over the Internet to participants at 20 sites on three continents spanning 16 time zones.“

# Datenentwicklung im Internet

Quelle: Cisco Visual  
Networking Index 2011

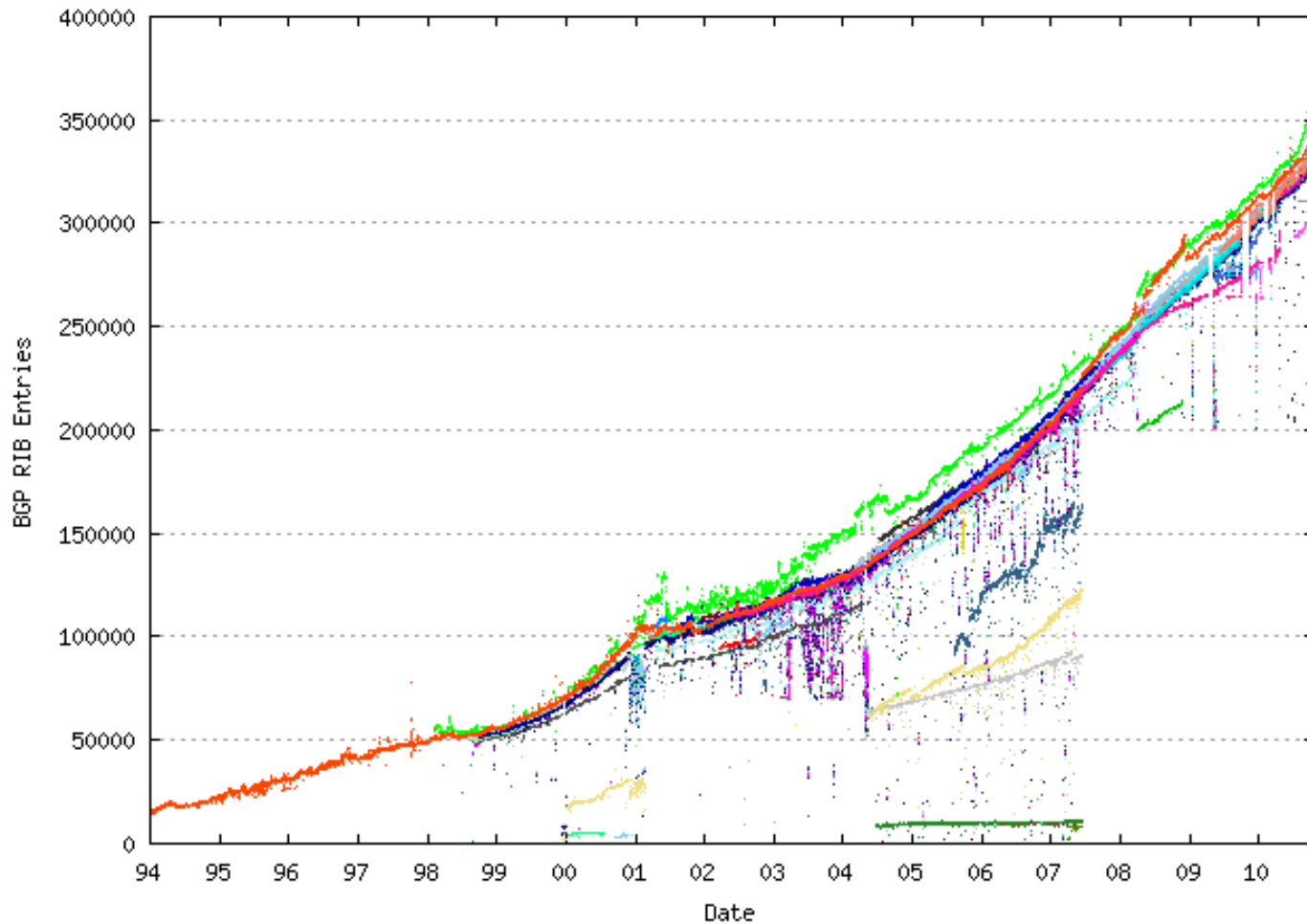


# Adressverbrauch



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

# Routing Tables





# Das Internet-Skalierungsproblem

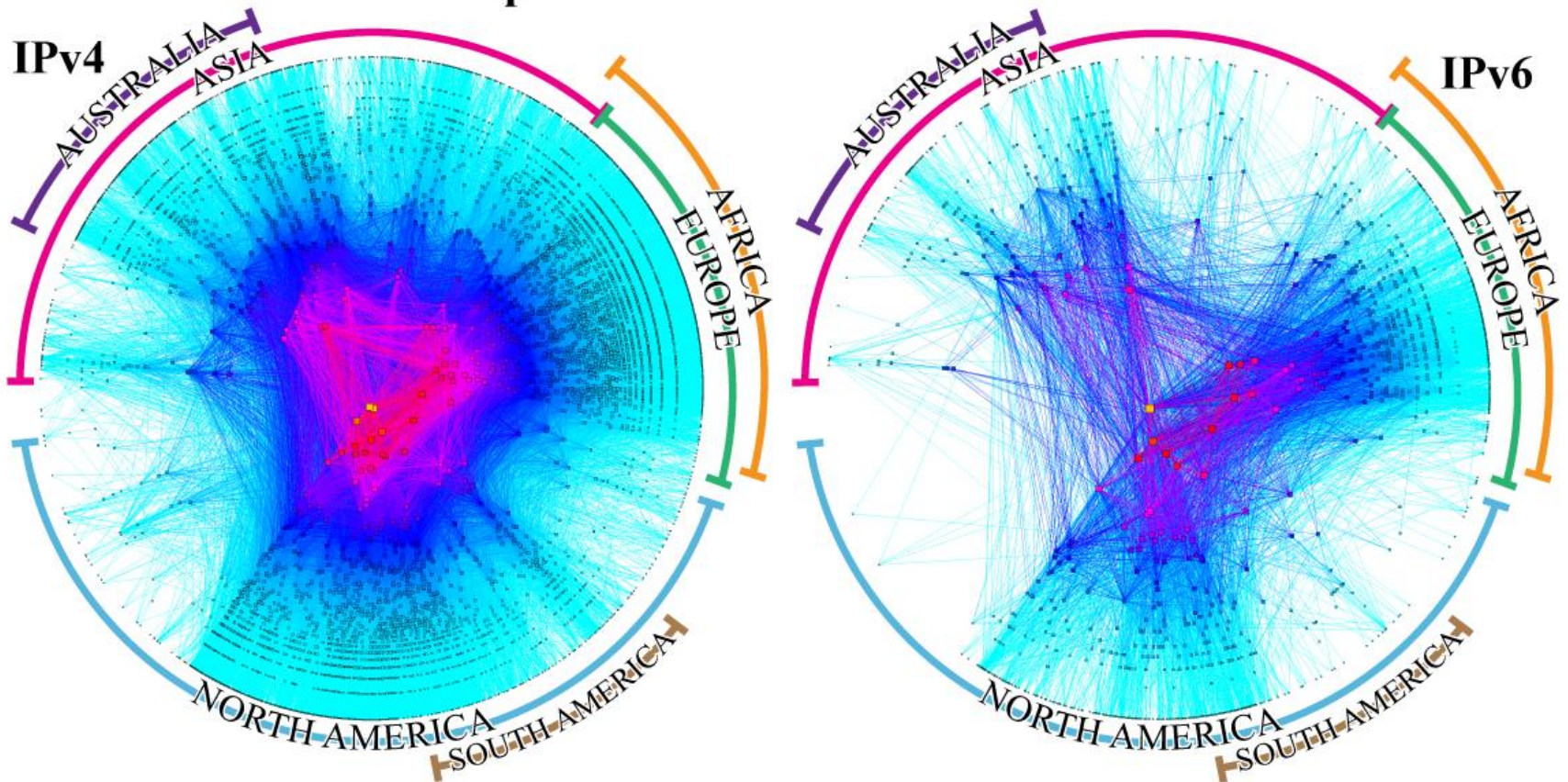
- o Exponentielles Teilnehmerwachstum seit Jahrzehnten (!) stellt die „Schwachpunkte“ der Architektur frei
- o Kernproblem: Adressierung & Routing



# Die Internet-Topologie

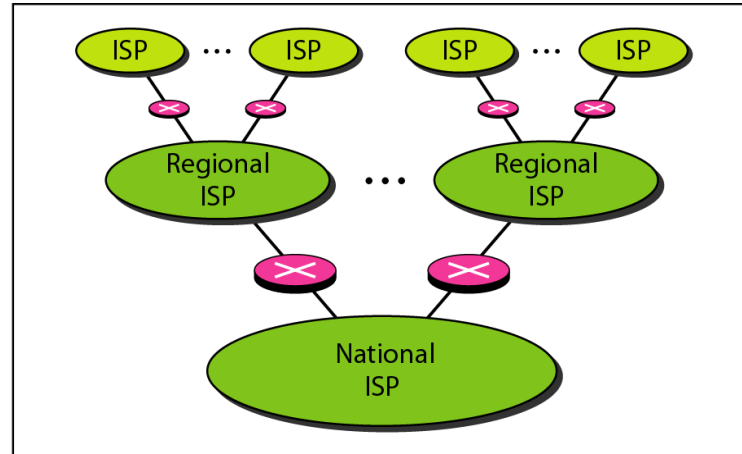
CAIDA's IPv4 & IPv6 AS Core  
AS-level INTERNET Graph

Archipelago  
Jan 2013

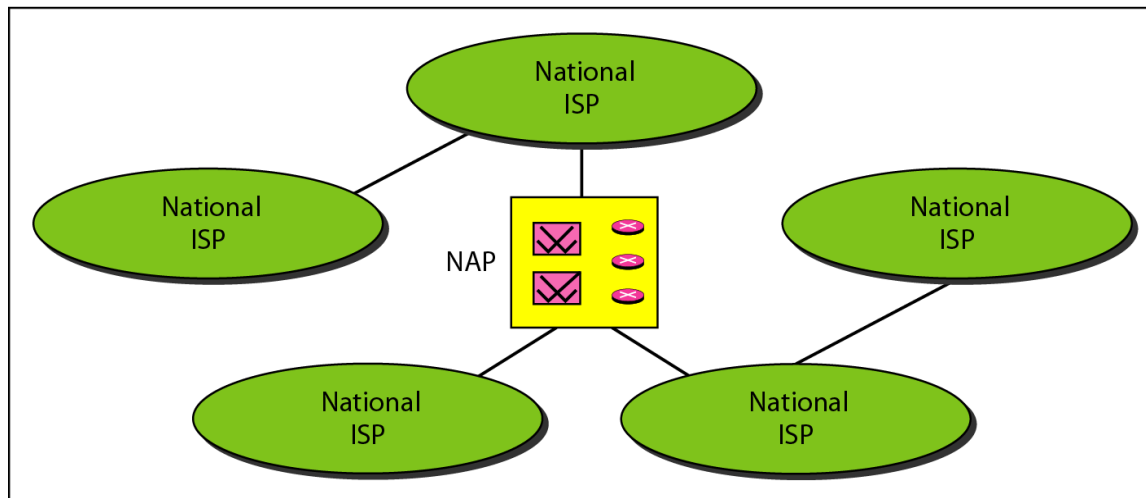


Copyright 2013 UC Regents. All rights reserved.

# Klassische Topologie- Hierarchien im Internet

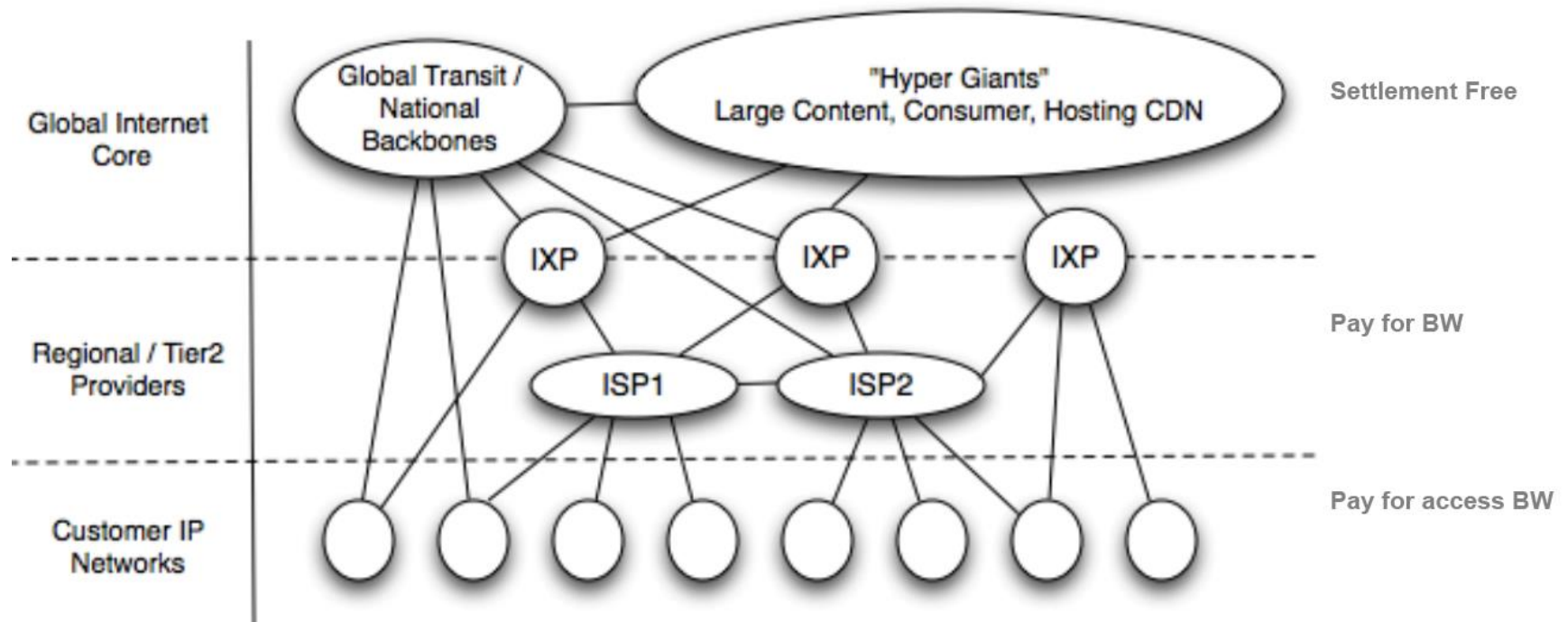


a. Structure of a national ISP



b. Interconnection of national ISPs

# Aktuelles Internet-Modell



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

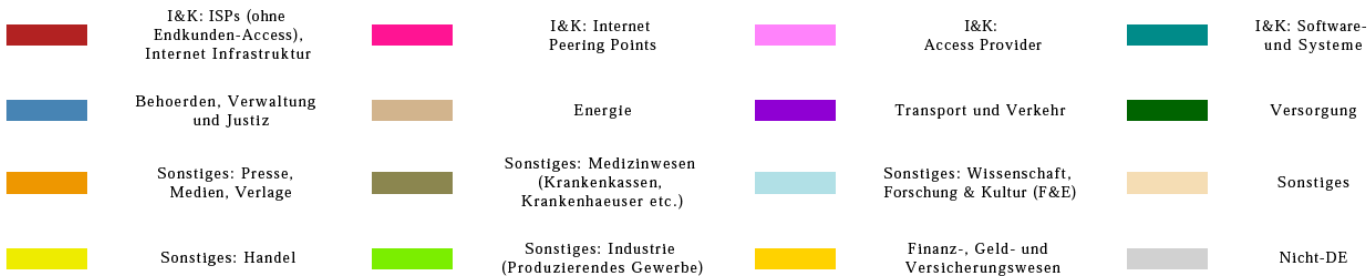
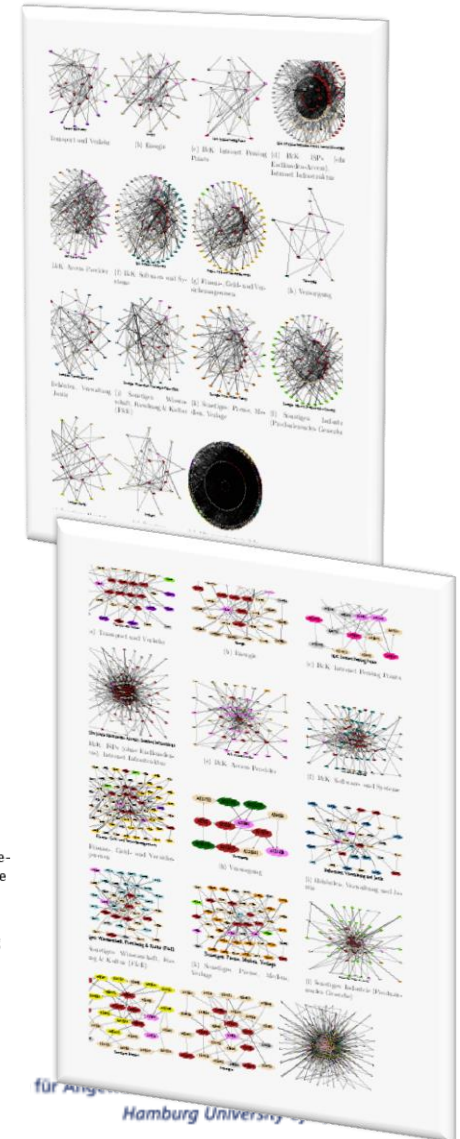
# Das Sicherheitsproblem des Internets aus Landessicht

- 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

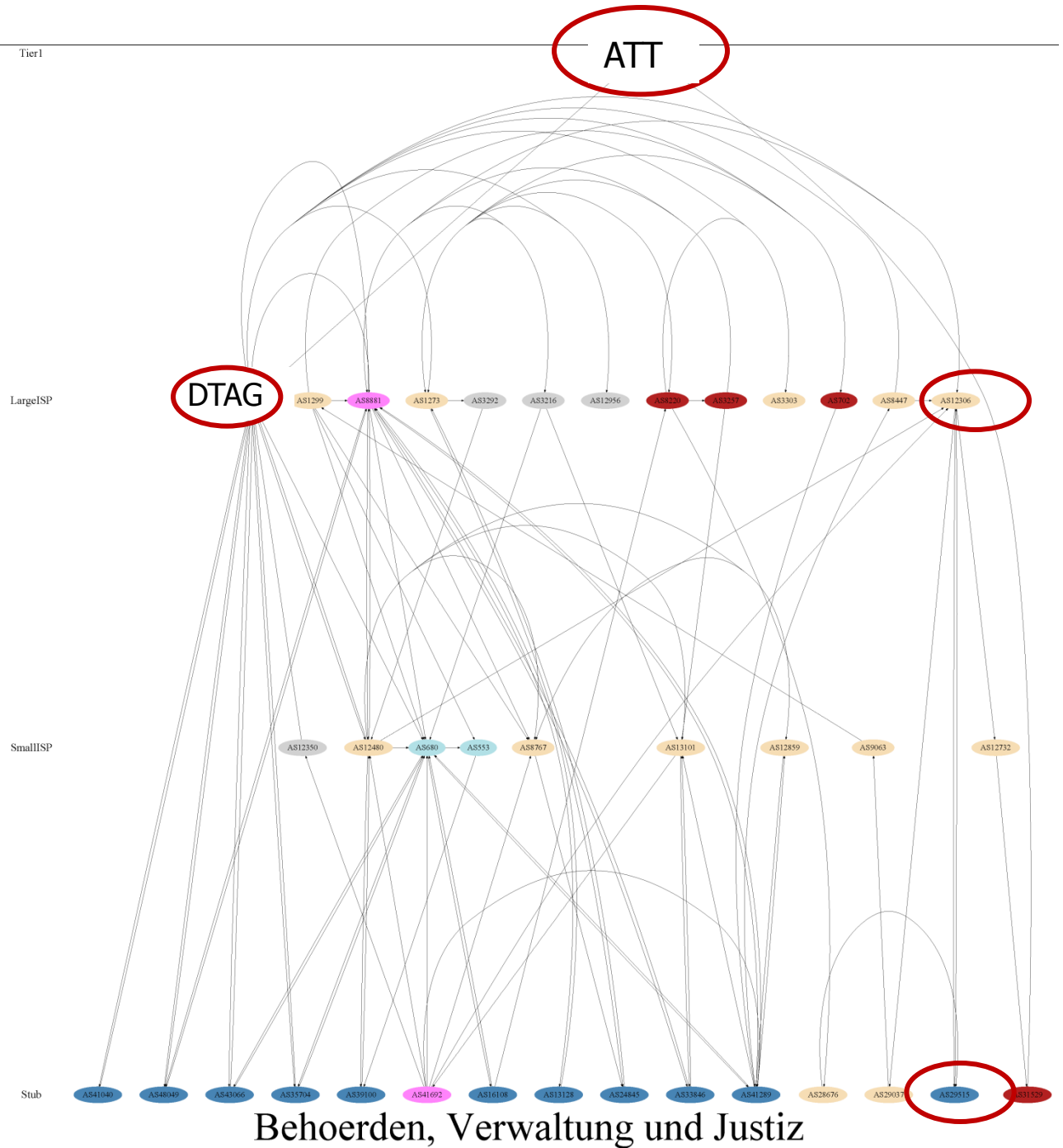


# Routing Hierarchie: Behörden, Verwaltung, Justiz

Hauptsächlich verbunden via DTAG & Versatel

Aber:

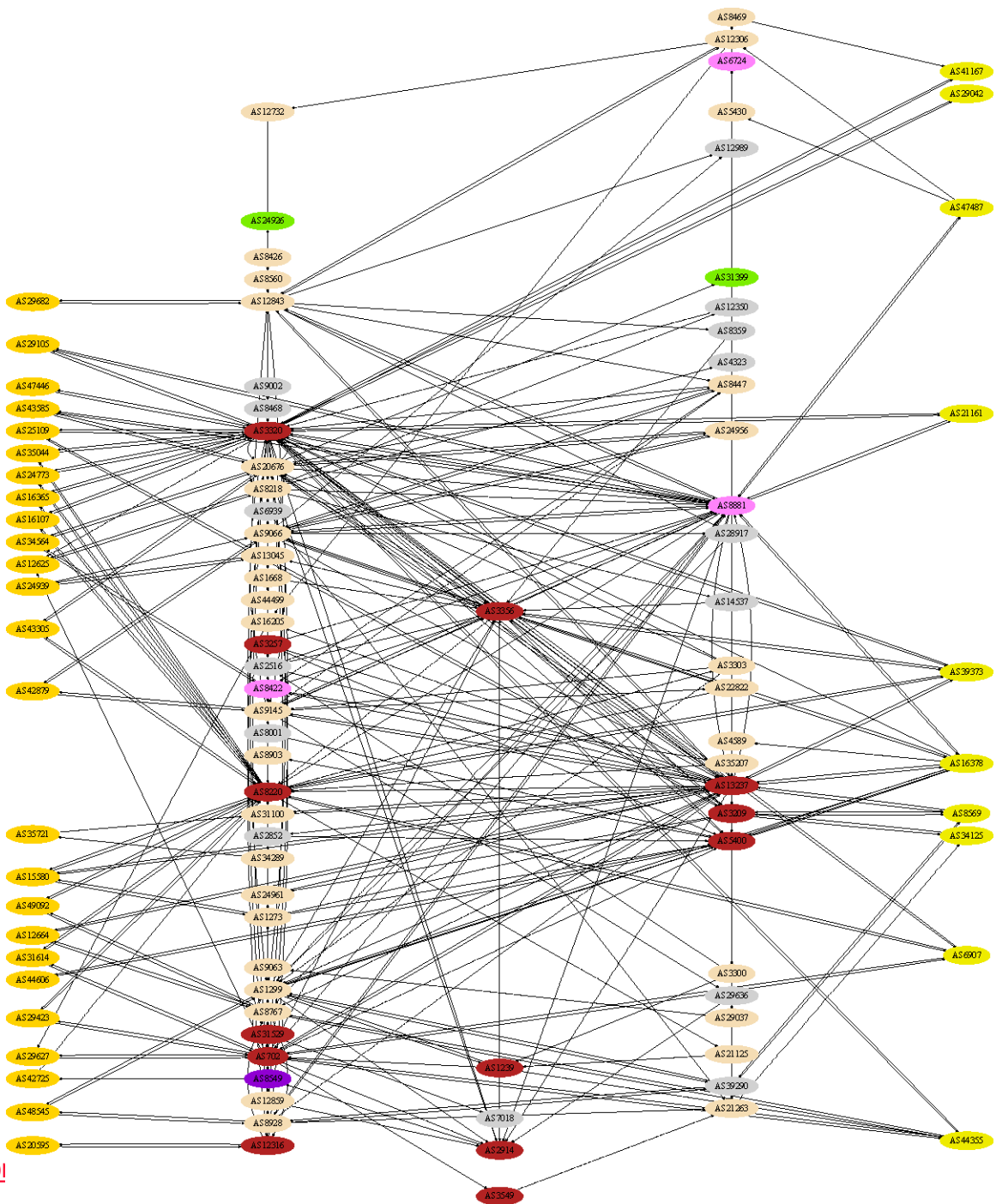
- Kleine Gruppe benutzt Plusline als Upstream ISP, welcher AT&T als Transit benutzt







# Kommunikationsflüsse: Finanzen - Handel



# Leistungspotentiale des Internets

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

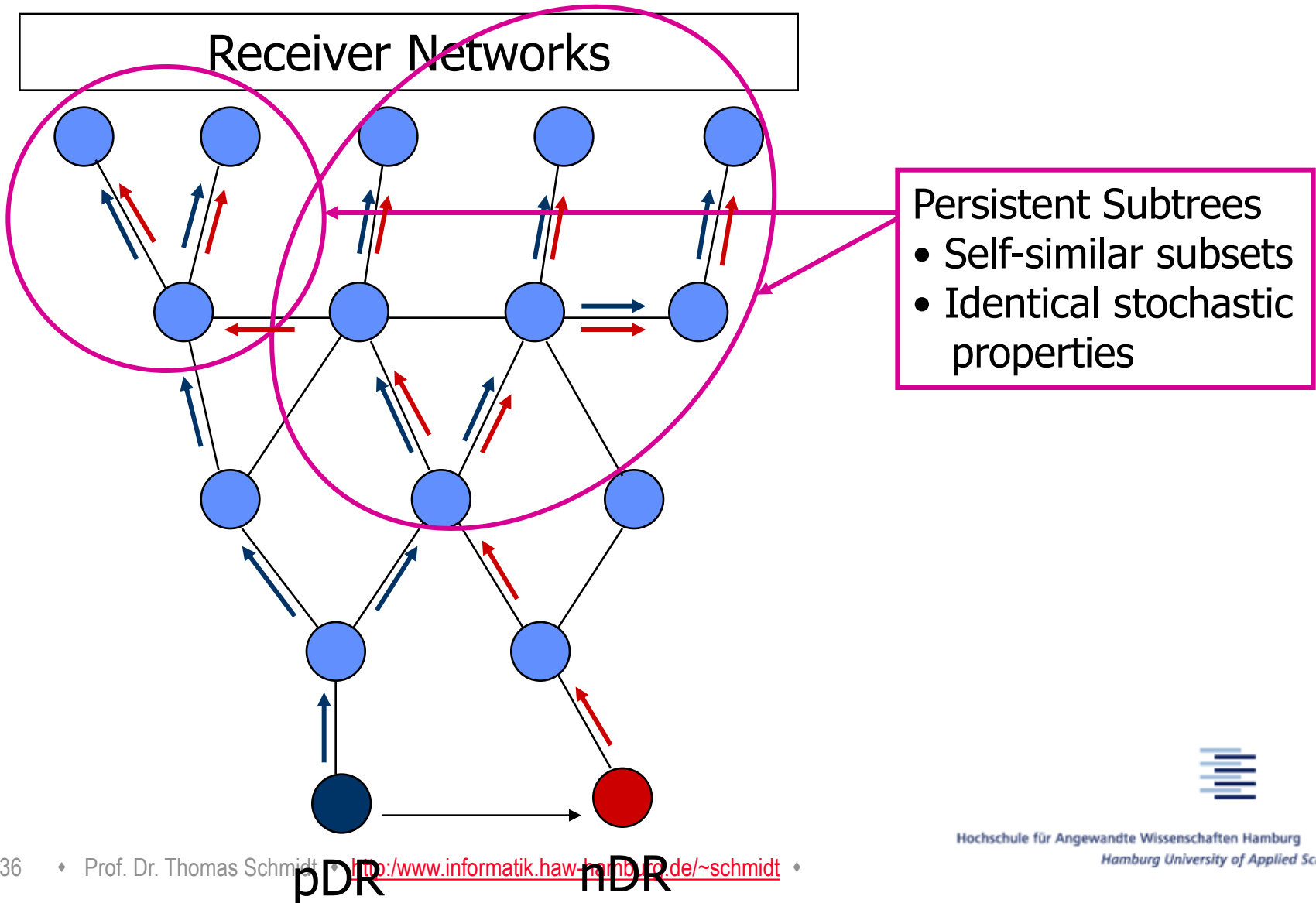


# Mobile IPv6

- 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**



# Mobilität von Verteilbäumen



# ID-Locator Problem

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

Diese bezeichnen

o den Empfänger (**w**er es ist)

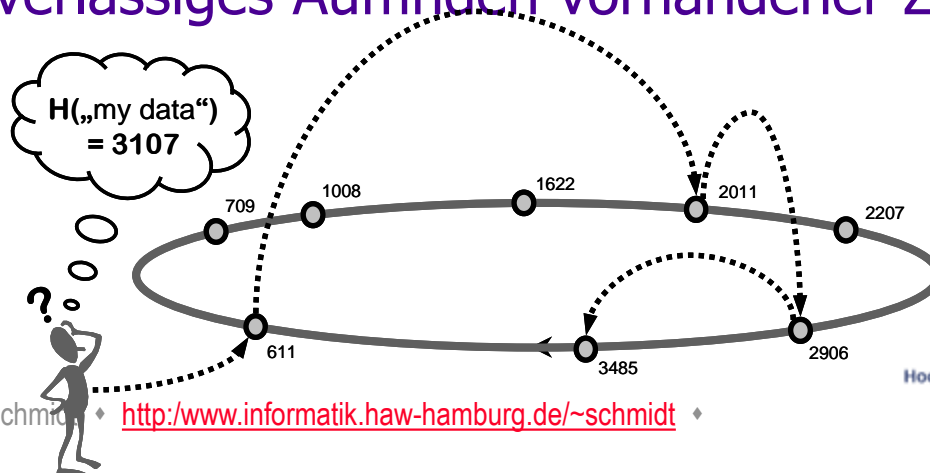
o den Ort des Empfängers (**w**o es ist)

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



# Peer-to-Peer Idee: Verteilte Indexierung

- o Ursprüngliche Ideen für verteilten gemeinsamen Speicher (1987 ff.)
- o Knoten werden in einem Adressraum (Hash) strukturiert
- o Daten werden in den **selben** Adressraum abgebildet
- o Zwischenknoten erhalten Routing-Informationen über Zielknoten
  - Effizientes Auffinden der Ziele
  - Zuverlässiges Auffinden vorhandener Ziele



# Das Rendezvous-Problem

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

o ohne zentrale Indexierung (Google)

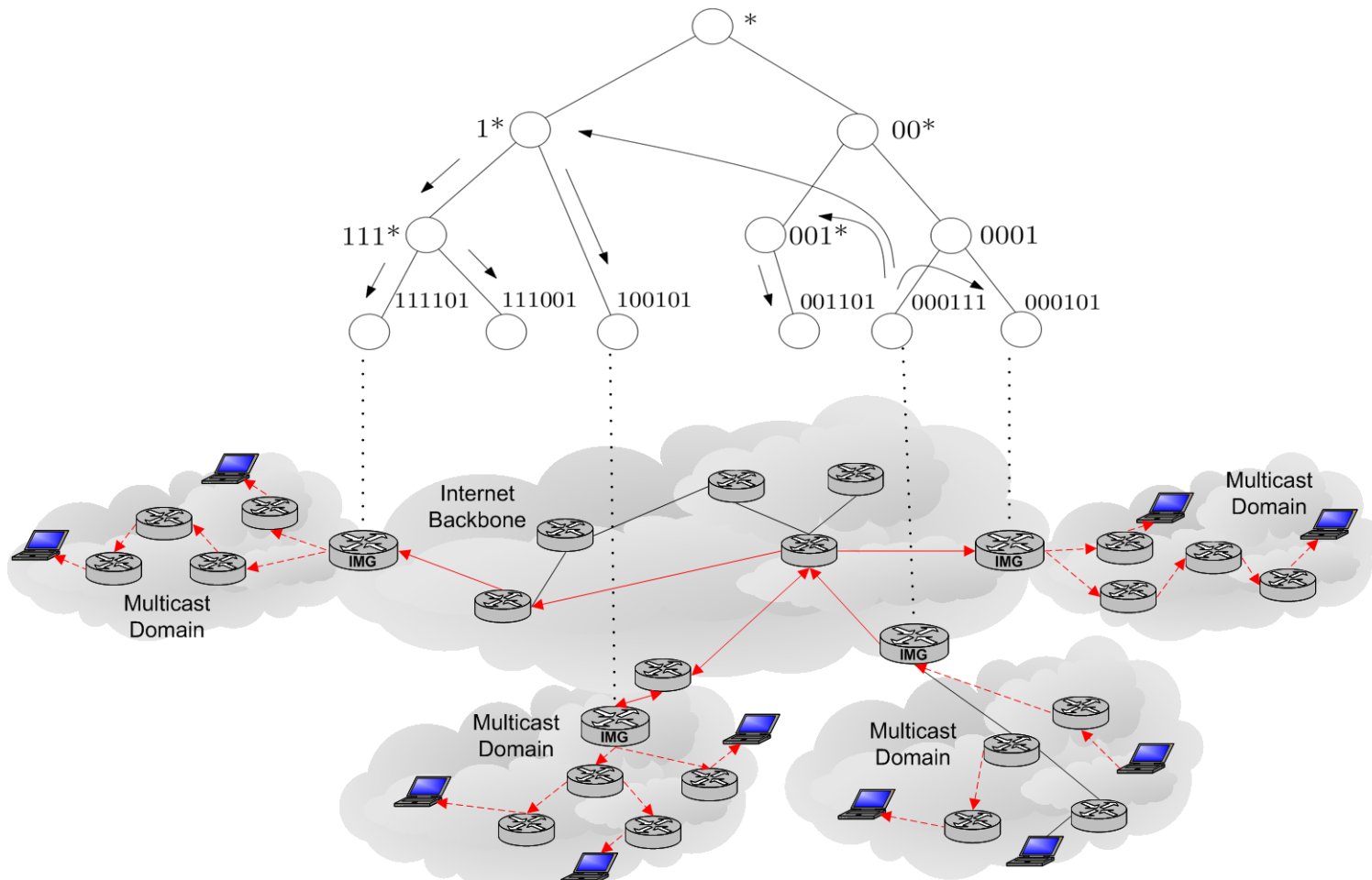
o ohne globale Wissensbasis (BGP)

o ohne zentralen Rendezvous-Punkt (PIM)

o ohne (unbegrenzten) Broadcast



# Ansatz: Informationsaustausch in einem Shared Virtual Prefix Tree





# Internet of Things

- o Sehr viele, sehr kleine Systeme
  - Ohne User-Interface
  - Machine-to-Machine Kommunikation
  - 6LowPan über IEEE 802.15.4 (MTU ~ 100 Bytes)
  - Multihop Routing
  - 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



# Resümee

- o Im Internet kristallisieren sich die Kernprobleme verteilter Systeme
- o Z.B. Next Generation Internet Designs
- o Z.B. Emerging Use-Cases & Protocols
- o Z.B. New Internet of Things
- o Z.B. Neue, skalierbare Sicherheitskonzepte
- o Aber: Ideen können sich im Overlay verstecken
  
- o Viel Raum für Neues: **Ein Grund zum Mitmischen!**

daVIKo 2

Connect Collaboration Properties View About

Icons: Home, Upload, Video, Desktop, Info, Help

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

radtk@fhtw-berlin.de

Vielen  
Dank !



Haben Sie Fragen?

