

Next Generation Internet Sommersemester 2009

Dr.-Ing. Roland Bless
Dipl.-Inform. Denis Martin, Dipl.-Inform. Hans Wippel
[bless | martin | wippel]@kit.edu

INSTITUT FÜR TELEMATIK



KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.kit.edu

Kapitelübersicht

I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur
3. NAT & IPv6
4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

2

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Next Generation Internet

1. Einführung

- 1.1 Internet im Wandel
- 1.2 Forschungsnetze
- 1.3 Aktuelle Arbeiten am ITM
- 1.4 Vorlesungsinhalt

INSTITUT FÜR TELEMATIK



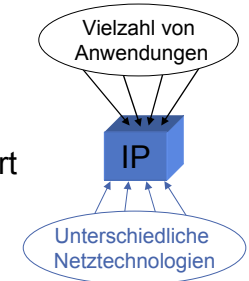
KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.kit.edu

1.1 Neue Herausforderungen für das erfolgreiche Internet-Protokoll

■ Internet Protocol (IP) ist „Motor“ des Internets

- Trend zu IP-basierten Systemen verstärkt sich → „All-IP“
- Vielzahl unterschiedlicher Dienste und Anwendungen über IP gefordert
 - steigende Anforderungen an Übertragungskapazitäten



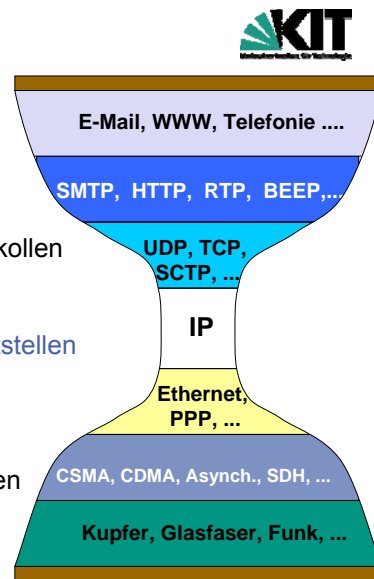
■ Wachstum des Internets an sich

- Zahl der angeschlossenen Nutzer und Systeme

→ Kann IP den steigenden Anforderungen überhaupt gerecht werden?

Das Sanduhr-Modell

- IP-Schicht ermöglicht
 - Größeres Netzwerk
 - Globale Adressierung
 - Verstecken von Netzwerk-Details und Änderungen vor Ende-zu-Ende-Protokollen
- Einziges Protokoll
 - Maximiert Interoperabilität
 - Minimiert die Anzahl der Dienstschnittstellen
- Schlankes Protokoll
 - Setzt kleinste gemeinsame Netzwerkfunktionalität voraus, um Anzahl der einsetzbaren Netzwerke zu maximieren
 - Ende-zu-Ende-Prinzip (s. Kap. 2)
 - Robustheit durch Zustandslosigkeit
- Siehe auch:
 - <http://www.iab.org/documents/docs/hourglass-london-ietf.pdf>



5

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Internet im Wandel (1)

- Geänderte Bedingungen früher → heute
- Situation **früher** (Anfangszeit des Internets um 1970):
 - Datenkommunikation zwischen Forschungseinrichtungen
 - Gemeinsame Ziele
 - Vertrauensbeziehungen zwischen Nutzern
 - Technisch versierte Benutzer
 - Konsistente und kohärente Architektur
- Im Vergleich zu...

6

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Internet im Wandel (2)



■ Heute

- Globale Infrastruktur der Informationsgesellschaft
- Neue Interessensgruppen und Kommerzialisierung, z.B.
 - Internet Service Provider (Internet-Zugang/-Transport)
 - Diensteanbieter (z.B. Mail-, Webprovider)
 - Inhaltenanbieter (Websites, Video on Demand, ...)
- Verlust der Vertrauensbeziehungen → Sicherheit
- Normalverbraucher, technisch unbedarf
- Zur Interessensdurchsetzung werden Techniken und Erweiterungen eingebracht, die
 - im Hinblick auf die kurzfristige Bedarfsdeckung erfolgen
 - größtenteils ohne architekturelles Denken erfolgen
 - nicht im Einklang mit der Internet-Architektur stehen
 - die Kohärenz des Internets gefährden



7

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

- Sicherheit ist wichtiger Aspekt, da funktionierendes Internet nun größtenteils Voraussetzung für einige Unternehmen ist
- Zunahme an krimineller Energie im Internet: es lässt sich Geld damit verdienen
- Normalverbraucher: „Usability“ im Internet teilweise noch schlecht, z.B. Einrichten von Mail- oder VoIP-Zugang umständlich und kaum verständlich...

Internet im Wandel – Trends



■ Mehr Multimedia



- Videos, Videos, Videos, ... wenn möglich in HD-Qualität!
- Triple Play Anbieter: Daten, Sprache, Video/Fernsehen über IP
→ Multimediakommunikation
- Voice over IP (Telefonieren über das Internet)

■ Zunehmend mobile Nutzung



- Vielzahl mobiler (drahtloser) Geräte und Nutzer
- z.B. Ad-Hoc-Netze, MobileIPv6

■ Internet wird zur kritischen Netzinfrastruktur



- Ziel krimineller Energien, Sicherheit wird essentiell

■ Integration der „Umwelt“ / Internet der Dinge



- Sensor-/Aktornetze etc.
- zunehmend Kommunikation zwischen Geräten

8

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Voice over IP (Telefonieren über das Internet)

- bereits im Einsatz!
- Verbreitung nimmt zu, immer mehr VoIP-fähige Endgeräte verfügbar (z.B. Netgear Skype Wifi Phone)
- Soll heutiges Telefonfestnetz ersetzen (Qualität? → Dienstgüte, Quality-of-Service – QoS)
- Getrieben vor allem vom Preis
- Qualität, Dienste und Robustheit teilweise noch schlechter als im traditionellen Telefonnetz
- Aber auch neue Mehrwertdienste möglich
- Traditionelle Telefonnetzbetreiber wollen von der traditionellen PSTN-Technik weg
 - ISDN/Telefon-Vermittlungsstellen zu teuer
 - projektierte Umstellung gegen 2010—2012
 - <http://www.heise.de/newsticker/meldung/84750>
 - <http://www.heise.de/newsticker/meldung/84533>

Frage: Welche Qualität kann noch garantiert werden, wenn global (viele Nutzer, weltweit) über das Internet telefoniert wird?

- immer noch nicht vollständig gelöstes Problem in paketvermittelten Netzen

Kritische Netzinfrastruktur

- Ausfall verursacht u.U. hohe Kosten durch Einnahmeausfälle

Internet im Wandel – Probleme (1)



- Die heutige Internet-Architektur kann zahlreiche zukünftige Anforderungen unterschiedlicher Interessensgruppen nicht mehr erfüllen
→ Mehr dazu in [Kapitel 2](#)
- Multimedia: Erweiterte Anforderungen an die Übertragungscharakteristika (Echtzeit)
 - **Dienstgüte** für Multimedia-Anwendungen
→ differenzierte Behandlung von Daten
 - Erweiterungen für [Gruppenkommunikation](#) erforderlich
→ **IP-Multicast**
 - z.B. für IP-TV, Tele-Kooperation – netzbasiertes Arbeiten/Lernen im Team
- Nie erwartete Anzahl angeschlossener Systeme
 - IP-Adressen werden Mangelware
→ neue Version von IP: **IPv6**
 - Komplexität steigt, Verwaltbarkeit sinkt
→ Selbstorganisierende Systeme



9

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Internet im Wandel – Probleme (2)



- Mobile Systeme
 - Erweiterungen von IP erforderlich → Mobile IP
- ECommerce
 - Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit ...
 - Multi-Homing notwendig → Routing-Skalierbarkeit
- Einführung neuer Dienste im Internet
 - Steigende Zahl unterschiedlicher Dienste
→ **flexible Dienstplattformen, Peer-to-Peer**



10

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

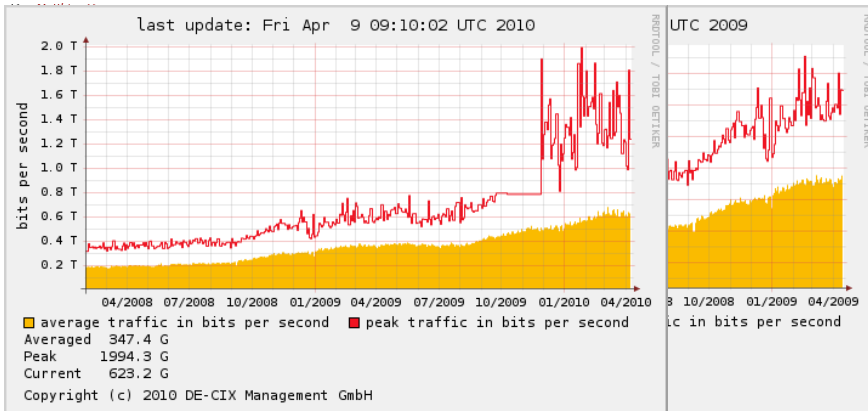
Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

„Internet-Infarkt“ 2010?

SPIEGEL ONLINE

21. November 2007,
15:14 Uhr
US-STUDIE

2010 droht Infarkt des Internets



11

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Nemertes-Studie

- zunehmende Verkehrsmenge, vor allem durch Videos, Internet-TV, DVD
 - „in den USA sahen allein im Mai diesen Jahres 75% der Internet-Nutzer durchschnittlich 2,5 Stunden pro Tag Videos auf dem Rechner“
- leistungsfähigere mobile Geräte
- Netzausbau geht nicht schnell genug voran
- keine Reserven für die nächste Killer-Anwendung à la YouTube

Ressourcenmangel → Dienstgüteunterstützung

<http://www.spiegel.de/netzwelt/web/0,1518,518640,00.html>

<http://www.heise.de/newsticker/meldung/99357>

Anwendungsbeispiel A/V-Konferenz

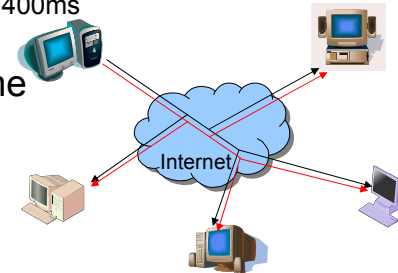
■ Interaktive Echtzeitanwendung

- Interaktion → rechtzeitige Zustellung der Daten wichtig
- Strenge Anforderungen an die Verzögerung
 - gut wenn $\leq 150\text{ms}$, nicht über 400ms

■ Gruppenkommunikation

■ Verschiedene Medienströme mit unterschiedlichen Anforderungen bezüglich

- Bandbreite
- akzeptabler Verlustrate



■ Transport über Best-Effort-basiertes Internet?

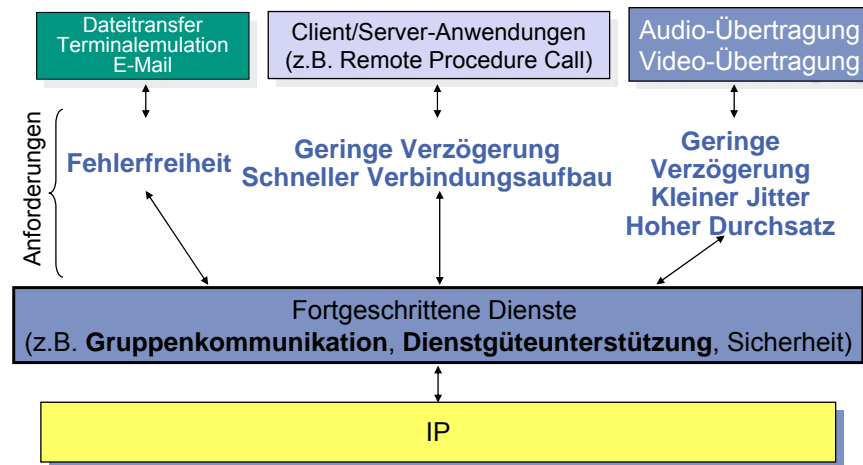
- keine Zusicherung über Paketlaufzeit
- keine Zusicherung über Paketzustellung

12

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Unterschiedliche Anwendungsanforderungen



13

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
http://tm.kit.edu/

Drei grundlegende wichtige Anforderungen können unterschieden werden

- Unterstützung **unterschiedlicher Dienste** sowie deren **integrierte Nutzung** in einer Anwendung (z.B. Audio, Video und Daten bei Videokonferenzen)
→ möglichst anwendungsunabhängige Unterstützung von Dienstgüte
- **Gruppenkommunikation**, d.h., an der Kommunikation sind mehr als zwei Partner beteiligt (z.B. Verteilte Spiele, Audio-/Videokonferenzen, Live-Streaming)
- Flexible Bereitstellung dieser Dienste (**programmierbare Netze**, **Peer-to-Peer**)

Anwendungsbeispiel Gruppenkommunikation



- **Gruppenkommunikation** ist aus dem Alltagsleben bekannt
 - Informationsaustausch in einer Gruppe von Menschen
 - z.B. Gespräch bei einem gemeinsamen Abendessen
- Gruppenkommunikation wird zunehmend auch bei rechnergestützter Kommunikation gefordert
 - als Groupware bzw. Computer Supported Cooperative Work (CSCW) bezeichnet
- Anwendungsbeispiele rechnergestützter Gruppenkommunikation
 - Verteiltes Arbeiten in Teams
 - Videokonferenzen mit Whiteboard und Werkzeugen zur Abstimmung
 - Open Distance Learning / ELearning
 - Push-Technologien; gezielte Informationsverteilung
 - z.B. Wetterinformation, Nachrichten, Software
 - Auktionen
 - Verteilte Spiele



14

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
http://tm.kit.edu/

Anwendungsbeispiel Verteilte Multiplayer Online Games



- Interaktion → Echtzeitanforderungen
- Internet bietet heutzutage noch **unzureichende Unterstützung für Dienstgüte**
 - Bandbreite ist momentan weniger das Problem, da Wählzugänge beim Spieldesign vorgesehen
 - **Geringe Verzögerung wichtig**
 - je nach Spiel zwischen 150ms und 250ms Umlaufzeit noch akzeptabel
 - DSL-Nutzer wollen häufig FastPath:
Verringerung der Latenz von 60ms auf 20ms
 - Bevorzugung des Echtzeitverkehrs
→ differenzierte Weiterleitung
 - Zahl der Nutzer pro Server limitiert → was passiert bei Massive Multiplayer Online Games?

15

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Seit geraumer Zeit beliebt sind so genannte „First Person Shooter“/3D-Shooter, die auch verteilt zu mehreren Spielern gespielt werden können

Eigenschaften:

- 3-D Graphik (virtuelle Welt) aus Sicht des Spielers/Akteurs
- Schnelle Abläufe und Aktionen (Echtzeit)
- Kooperation und Interaktion mit anderen Spielern als Partner/Gegner über Netzwerk
→ Bildung von Teams (u.a. zusätzliche Sprachkommunikation mittels Headset)
- Spiele-Server dient als zentraler Austausch-/Vermittlerknoten
- „LAN-Parties“
 - Treffen von Spielern/Spielerteams inklusive eigenem PC
 - Vernetzung zu einem großen LAN mittels Ethernet
 - Wettkämpfe der Teams etc.

Echtzeitverkehr sollte priorisiert werden, z.B. sollte Download im Hintergrund die Steuer/Statuspakete zum und vom Spiel nicht behindern

Was ist dabei „Next Generation“ ?



- **Gruppenkommunikation**
 - Skalierbarkeit für große, heterogene, verteilte Gruppen?
 - Heutzutage über Server oder Vollvermaschung realisiert
 - **Multicast** ist ressourcenschonende Lösung
 - Multicast-Unterstützung keineswegs flächendeckend vorhanden
 - wird im Zuge von IP-TV teilweise betreiberintern eingesetzt
 - Sicherheit?
- **Dienstgüte**
 - essentiell zur Unterstützung multimedialer Anwendungen
 - derzeit im Internet kaum unterstützt, schon gar nicht global
 - Probleme
 - Skalierbarkeit von Lösungen für globale Kommunikationssysteme
 - Fairness („Netzneutralität“), Gebühren, Management ...

16

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Multicast

- ist im DFN/XWin und weiteren europäischen Forschungsnetzen integriert
- bei einigen Betreibern intern verfügbar (wg. IP-TV)
- für Administratoren nicht einfach zu beherrschen/abzurechnen
- von Anwendungen kaum eingesetzt, da Multicast nicht global unterstützt

Weitere Aspekte...



■ Flexibilität

- Einführung neuer Dienste **im Netz** wird heute eigentlich nicht unterstützt
 - Keine einfache Unterstützung in netzinternen Systemen
 - Kein breiter Einsatz von IPv6 und Multicast bisher

■ Mobilität und Multi-Homing



- Mobile IP nicht flächendeckend vorhanden; lässt viele Probleme offen
- Internet wird zur kritischen Infrastruktur, daher mehr Zuverlässigkeit erwünscht
 - Absicherung durch mehrfache Anbindung
 - Site-Multi-Homing
 - Wirft Probleme mit wachsenden Routingtabellen auf
 - Skalierbares Multi-Homing für IPv6 gesucht (Kap. 3)

17

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Site-Multi-Homing und Traffic-Engineering sorgen für starkes Wachstum der weltweiten Routingtabellen. Befürchtung: Wachstum so groß, dass Leistungszuwachs der Hardware dieses nicht kompensieren kann.

Zusammenfassung



Im heutigen Internet fehlt Unterstützung für die Bereiche

■ Dienstgüte

- Notwendig für interaktive Anwendungen

■ Mobilität

- Noch nicht beim Entwurf des Internets berücksichtigt

■ Sicherheit

- Unerwünschter Datenverkehr, DDoS-Problematik

■ Skalierbares Site-Multi-Homing

- Notwendig zur zuverlässigen u. robusten Anbindung
- ...außerdem werden die IPv4-Adressen jetzt knapp!

18

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Schwerpunkte der Vorlesung



- Die Vorlesung konzentriert sich auf fortgeschrittene Internet-Techniken
 - „Neues“ zu IP
 - Probleme der heutigen Internet-Architektur, IP Version 6
 - Dienstgüte
 - Basismechanismen und verschiedene Internet-basierte Architekturen
 - Gruppenkommunikation
 - auf unterschiedlichen Ebenen von Kommunikationssystemen (z.B. Routing und Transport)
 - Flexible Dienstplattformen
 - aktive und programmierbare Netze
 - Peer-to-Peer-Netze und -Anwendungen
- ... weiteres gibt's in anderen Vorlesungen



19

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

1.2 Forschungsnetze



- Unterstützung der fortgeschrittenen Anwendungsanforderungen erfordert schrittweise Änderungen in den Protokollen und Diensten
- **Übergang zu einer neuen Generation ist schwierig**
- Daher Aufbau unterschiedlicher Testnetze
 - Internet 2 (USA)
 - Géant2 (EU)
 - TEIN2 (Asien)
 - X-Win (Deutschland)
 - FIRE (EU) und GENI (USA)
 - PlanetLab (weltweit)
 - G-Lab (Deutschland)

20

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Internet2



■ Internet das neuen Anforderungen gerecht wird

- 206 Universitäten, 70 Firmen und 50 weitere Organisationen, ca. 4 Mio. Nutzer
- Abilene
 - 10Gbit/s backbone → 100Mbit/s desk-to-desk



■ Forschungsprojekte zu fortgeschrittenen Anwendungen

- Qualitative und quantitative Verbesserung von Forschung und deren Anwendung in Teaching and Learning erfordern fortgeschrittene Netze zu deren Umsetzung
- Von speziellem Interesse im Kontext von Internet2: QoS (Quality-of-Service; Dienstgüte), End-to-End Performance, Gruppenkommunikation, Sicherheit, IPv6

21

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
http://tm.kit.edu/

GÉANT2



■ GÉANT2 EU-Projekt <http://www.geant2.net>

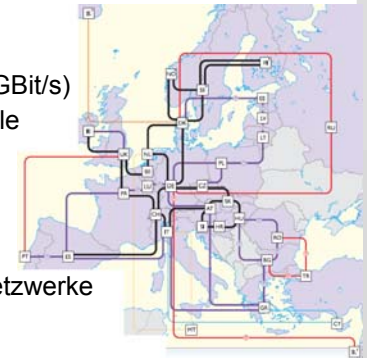
- Lehr- und Forschungseinrichtungen in 34 Ländern
- Europäische Kommission und DANTE

■ Ziele

- Gigabit-Geschwindigkeiten (bis $n \times 10$ GBit/s)
- Geographische Ausdehnung und globale Konnektivität
- Garantierte Dienstgüte
- Multi-Gigabit Backbone für Forschung in Europa
- Erforschung neuer Technologien für Netzwerke

■ Fortgeschrittene Dienste

- Unterstützung von IPv6 seit April 2003
- IP QoS, IP Multicast, Virtual Private Networks



22

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
http://tm.kit.edu/

TEIN2/TEIN3

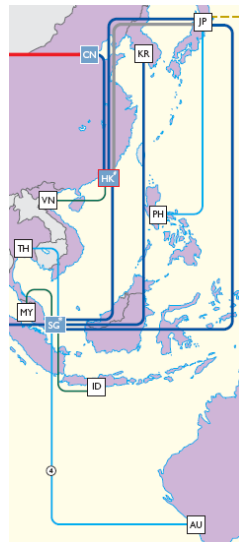
★
TEIN2 TEIN3

■ Trans-Eurasia Information Network

- Netzwerk für Forschung und Bildung in Asien
- Verbund aus 10 Ländern mit Anschluss an GÉANT2
- <http://www.tein2.net>
- Nachfolger TEIN3 <http://tein3.net>, seit Anfang 2009, bis 2.5 Gbit/s

■ Hauptziele

- Konnektivität zwischen Asien und Europa erhöhen
- Konnektivität innerhalb Asiens erhöhen
- Netzwerkforschung in Asien anregen
- Geschwindigkeiten bis 1Gbit/s
- Unterstützung für IPv6 und Multicast



23

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

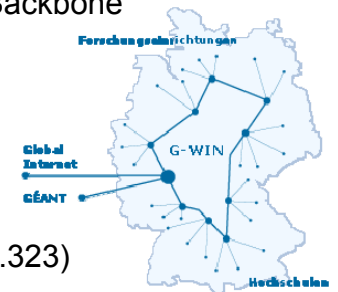
X-WIN

■ Das deutsche Wissenschaftsnetz (DFN)

- 27 Kernnetz-knoten (Cisco CRS-1 und 7609), ca. 60 Kernnetzstandorte, 55 Verbindungen mit 2,5 – 10 Gbit/s (später 40 Gbit/s)
- 550 Standorte sternförmig angeschlossen
- Anschluss an den europäischen Backbone GÉANT, GÉANT2

■ Dienste

- DFNInternet: IPv4/IPv6 Unicast und Multicast
- DFNVC: Videokonferenzdienst (H.323)



24

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

FIRE und GENI



■ FIRE (EU) <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire>

- Future Internet Research and Experimentation
- Ziele
 - Experimentier-basierte langfristige Forschung
 - Neue Paradigmen und Herangehensweisen für das Internet der Zukunft
 - Großes Testbett für Netze und Dienste

■ GENI (USA) <http://www.geni.net>

- Global Environment for Network Innovations
- Ziele ähnlich wie bei FIRE

25

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

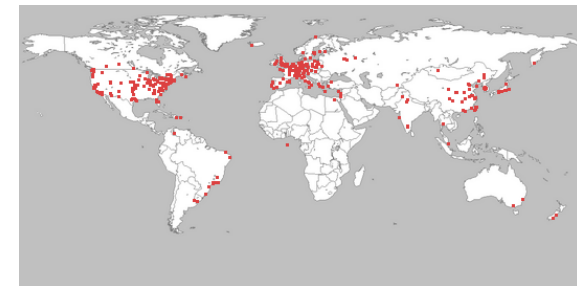
Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

PlanetLab



■ Globales Forschungsnetz zur Unterstützung neuer Netzwerkdienste

- *An open platform for developing, deploying, and accessing planetary-scale services*
- <http://www.planet-lab.org>
- Insgesamt 487 Sites mit 1006 Knoten



26

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

G-Lab



■ Studien- und Experimentierplattform für das Internet der Zukunft

- Gefördert durch BMBF
- Förderzeitraum: 01.10.2008 – 30.09.2011
- über 170 Knoten an 6 Standorten:
TU-Berlin, Uni Kaiserslautern,
TU Darmstadt, Uni Würzburg,
TU München, KIT

■ Ziele

- Aktive Erforschung der Grundlagen für ein zukünftiges Internet
- Aufbau einer deutschlandweiten Experimentierplattform



27

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

1.3 NGI: TM-Aktivitäten



■ Management von Dienstgütemechanismen

- Signalisierungsprotokolle für Dienstgüte
- Dienstgüte in virtuellen Netzen

■ Selbstorganisation

- Overlays/Peer-to-Peer in verschiedenen Projekten
- Simulationsumgebung OverSim <http://oversim.org>

■ Neue Netzarchitekturen

- Komponentenbasierte Ansätze
- Dienstkomposition

■ Immer **interessante Studien- und Diplomarbeiten !!!**

- Einfach mal im Institut vorbeikommen und informieren

28

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Quality-of-Service Standard...



■ ... und die Ideen des Instituts für Telematik werden eingesetzt!

- Lower Effort PDB (Per Domain Behavior)
- „schlechtere“ Dienstklasse als Best Effort ?!?
 - Hintergrundverkehr (Peer-to-Peer-Netze, Backups, ständige Datenspiegelung, Multimedia-Verteildienste)
 - der normale Best-Effort-Verkehr soll nicht durch Massendaten beeinträchtigt werden (z.B. Testverkehr, nicht zeitkritische GRID-Daten)
 - dennoch keine Totalsperrung oder statische Limitierung bestimmter Dienste
 - sehr einfach aufzusetzen und zu administrieren
- **GÉANT** und **QBone** haben damit zuerst experimentiert
- Fritzbox: Hintergrundanwendungen

29

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>


GEANT: Less than Best-Effort <http://archive.geant.net/server/show/nav.165>

QBone: Internet2-Testbett für neue qualitätsbasierte Internet-Dienste (<http://qbone.internet2.edu/>)

Weitere Standardisierungsaktivitäten am Institut



Internet Engineering Task Force (IETF)

- Lower Effort PDB
- Multicast in DiffServ-Netzen  [RFC 3754]
- QoS Signalisierung (Next Steps in Signaling WG)
 - Mitarbeit an Protokollentwürfen
 - Implementierungen vorhanden
 - Interoperabilitätstests
- P2P SIP: P2P NS (verteilter Namensdienst)
- Mobilitätsunterstützung im Internet
 - Optimierungen für MobileIPv6 (Early Binding Updates)
 - Credit Based Authorization (Anwendung in weiteren Protokollen)
 - NETLMM Security
- Adressenkonfiguration für Ad-Hoc-Netze (Manet WG)

30

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

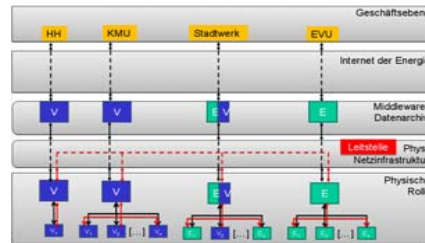
Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

MEREGIO



- Aufbruch zu Minimum Emission Regions
- Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- Förderzeitraum: 01.11.2008 – 31.10.2012

- Effizienzsteigerung dezentraler Energieversorgung durch Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) auf allen Ebenen der Versorgungskette



- Schwerpunkte am Institut für Telematik:
 - Evaluierung neuer IKT Strukturen
 - Einsatz von Peer-to-Peer-Technologie im IKT-Bereich

31

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

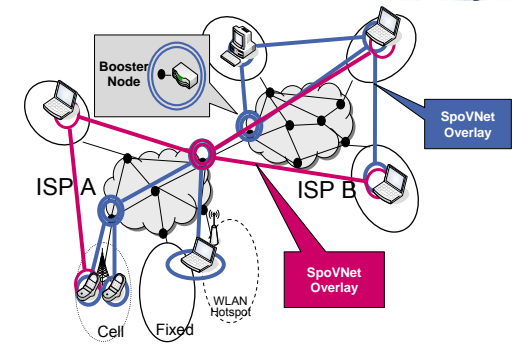
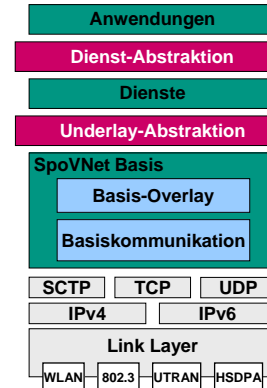
Institut für Telematik
http://tm.kit.edu/

SpoVNet



■ Spontane Virtuelle Netze

- Flexible, adaptive und spontane Bereitstellung von Diensten in heterogenen Netzen
- Nahtloser Übergang in zukünftige Netze



32

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
http://tm.kit.edu/

4WARD



- EU Project FP7 (2008–2010)
 - 37 Projektpartner, Koordinator Ericsson
- Neue Netzarchitekturen für das Internet der Zukunft
 - Horizont 2020
 - Mobilität, Dienstgüte, Sicherheit von Anfang an integrieren
 - Grundthemen
 - „Lasst 1000 Netze blühen“
 - Lasst die Netze sich selbst verwalten/managen
 - Lasst einen Netzpfad eine aktive Einheit sein
 - Lasst Netze informations-zentrisch sein
- Arbeitspakete
 - Business Innovation, Regulation and Dissemination – BIRD
 - New Architectural Principles and Concepts – NewAPC
 - Network Virtualisation – VNET
 - In-Network Management – INM
 - Forwarding and Multiplexing for Generic Paths – ForMux
 - Network of Information – NetInf

33

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

G-Lab



- Schwerpunkte in G-Lab Phase 1 am Institut für Telematik
 - Alternative Architekturen
 - Dienste-orientierte Konzepte
 - Cross-Layer-Aspekte
 - Dienstekomposition
 - Signalisierung in virtuellen Netzen
 - Sichere Kontrolle virtueller Netze und Ressourcen
 - Mechanismen zur Angriffserkennung

34

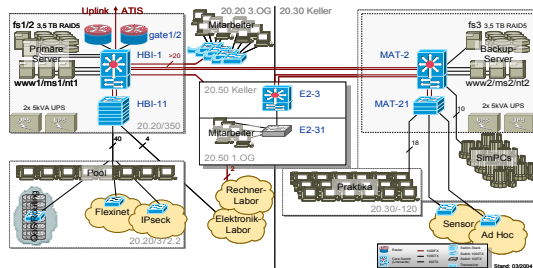
Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Telematik-Infrastruktur



Gigabit to the Desktop



IPv6 im Wirkbetrieb (seit mehreren Jahren)

Cooler Kaffee- bzw. Espresso-maschine ☺



Router-Testbed



Student(inn)en- arbeitsplätze



35

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

1.4 Überblick Kapitel 2



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur

3. NAT & IPv6

4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen

6. Multicast Routing

7. Multicast Transport

IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle

9. Aktive Netze

10. Peer-to-Peer

- 2.1 Wachstum und Skalierbarkeit
- 2.2 Entwurfsziele
- 2.3 Entwurfsprinzipien
- 2.4 Neuere Entwicklungen
- 2.5 Forschungsbedarf/Weiterentwicklung
- 2.6 Literatur

36

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Überblick Kapitel 3



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur

3. NAT & IPv6

4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

3.1 NAT: Network Address Translation
3.2 IPv6: Paketformat und Adressstruktur
3.3 ICMPv6: Funktionen des Neighbor Discovery
3.4 IPv6 im Einsatz: Übergangsstrategien und Anwendungen
3.5 IPv6 Site-Multihoming

37

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Überblick Kapitel 4



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur

3. NAT & IPv6

4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

4.1 Was ist Dienstgüte?
4.2 Wozu Dienstgüte im Internet?
4.3 Komponenten zur Bereitstellung von Dienstgüte
4.4 Ressourcenverwaltung
4.5 Dienstgütearchitekturen im Internet
4.6 Einsatz von Dienstgütemechanismen

38

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Überblick Kapitel 5



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur
3. NAT & IPv6
4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

- 5.1 Der Begriff Gruppenkommunikation
- 5.2 Kommunikationsformen
- 5.3 Eigenschaften von Gruppen
- 5.4 Spezielle Aspekte
- 5.5 Unterstützung im Kommunikationssystem

IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

39

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Überblick Kapitel 6



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur
3. NAT & IPv6
4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

- 6.1 Einleitung
- 6.2 Gruppenverwaltung
- 6.3 Reichweite und Multicast-Adressen
- 6.4 Allokation von Multicast-Adressen
- 6.5 Konzepte zum Multicast-Routing
- 6.6 Multicast-Routingprotokolle im Internet

IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

40

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Überblick Kapitel 7



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur
3. NAT & IPv6
4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

- 7.1 Multicast-Transport: Eigenschaften
- 7.2 Transportprotokolle für Multicast: Anforderungen und Mechanismen
- 7.3 Multicast-Transportprotokolle: Ausgewählte Beispiele

IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

41

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Überblick Kapitel 8



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur
3. NAT & IPv6
4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

- 8.1 SCTP (Stream Control Transmission Protocol)
- 8.2 DCCP (Datagram Congestion Control Protocol)

IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

42

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Überblick Kapitel 9



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur
3. NAT & IPv6
4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

IV. Flexible Dienste und Services

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

9.1 Motivation
9.2 ANTS
9.3 AMNet
9.4 Einsatz programmierbarer Netze

43

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Überblick Kapitel 10



I. Einführung

1. Einführung

II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur
3. NAT & IPv6
4. Dienstgüte

III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

IV. Flexible Dienste und Services

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

10.1 Motivation und Überblick
10.2 Organisationsformen von Overlays
10.3 Dynamische Hash-Tabellen
10.4 Beispiele

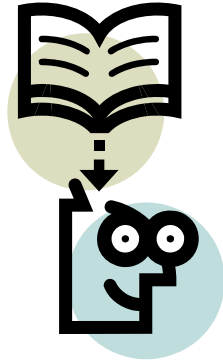
44

Next Generation Internet SS2010 – 1. Einführung (R0)

Institut für Telematik
<http://tm.kit.edu/>

Jetzt seid ihr dran!

■ Themenvorschläge? Was interessiert euch?



Homework!

Bitte lesen!

- [Clark88] D. Clark, *The Design Philosophy of the DARPA Internet Protocols*. Proc SIGCOMM 1988, Sept 1988.
<http://www.acm.org/sigcomm/ccr/archive/1995/jan95/ccr-9501-clark.html>
- [SaRD81] J. Saltzer, D. Reed, and D. Clark, *End-To-End Arguments in System Design*. 2nd International Conf on Dist Systems, Paris France, April 1981. ACM Transactions in Computer Systems 2, 4, November, 1984, pages 277–288.
<http://web.mit.edu/Saltzer/www/publications/endtoend/endtoend.pdf>