

# *Peer-to-Peer- Netzwerke*



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

**Christian Schindelhauer**

Sommersemester 2006

2. Vorlesung

27.04.2006

**[schindel@informatik.uni-freiburg.de](mailto:schindel@informatik.uni-freiburg.de)**



# Organisation

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

---

## ➤ Web-Seite

- <http://cone.informatik.uni-freiburg.de/teaching/vorlesung/peer-to-peer-s96/>

## ➤ Vorlesungen

- Mittwoch, 9-11 Uhr, SR 01-009/13, Geb. 101
- Donnerstag, 9-10 Uhr, SR 01-009/13, Geb. 101

## ➤ Übungen

- Donnerstag, 10-11 Uhr, SR 01-009/13, Geb. 101
- Beginn: 03.05.2006

## ➤ Übungsaufgaben

- erscheinen jeden Freitag auf der Webseite
- Bearbeitung freiwillig
- Grundlage für mündliche Prüfung/Klausur
- Besprechung in der Folgewoche



# Inhalte

- **Kurze Geschichte der Peer-to-Peer-Netzwerke**
- **Das Internet: Unter dem Overlay**
- **Die ersten Peer-to-Peer-Netzwerke**
  - Napster
  - Gnutella
  - Die Verbindungsstruktur von Gnutella
- **Chord**
- **Pastry und Tapestry**
- **Gradoptimierte Netzwerke**
  - Viceroy
  - Distance-Halving
  - Koorde
- **Netzwerke mit Suchbäumen**
  - Skipnet und Skip-Graphs
  - P-Grid

- **Selbstorganisation**
  - Pareto-Netzwerke
  - Zufallsnetzwerke
  - Selbstorganisation
  - Metrikbasierte Netzwerke Sicherheit in Peer-to-Peer-Netzwerken
- **Anonymität**
- **Datenzugriff: Der schnellere Download**
- **Peer-to-Peer-Netzwerke in der Praxis**
  - eDonkey
  - FastTrack
  - Bittorrent
- **Peer-to-Peer-Verkehr**
- **Juristische Situation**



# Die Internet-Schichten

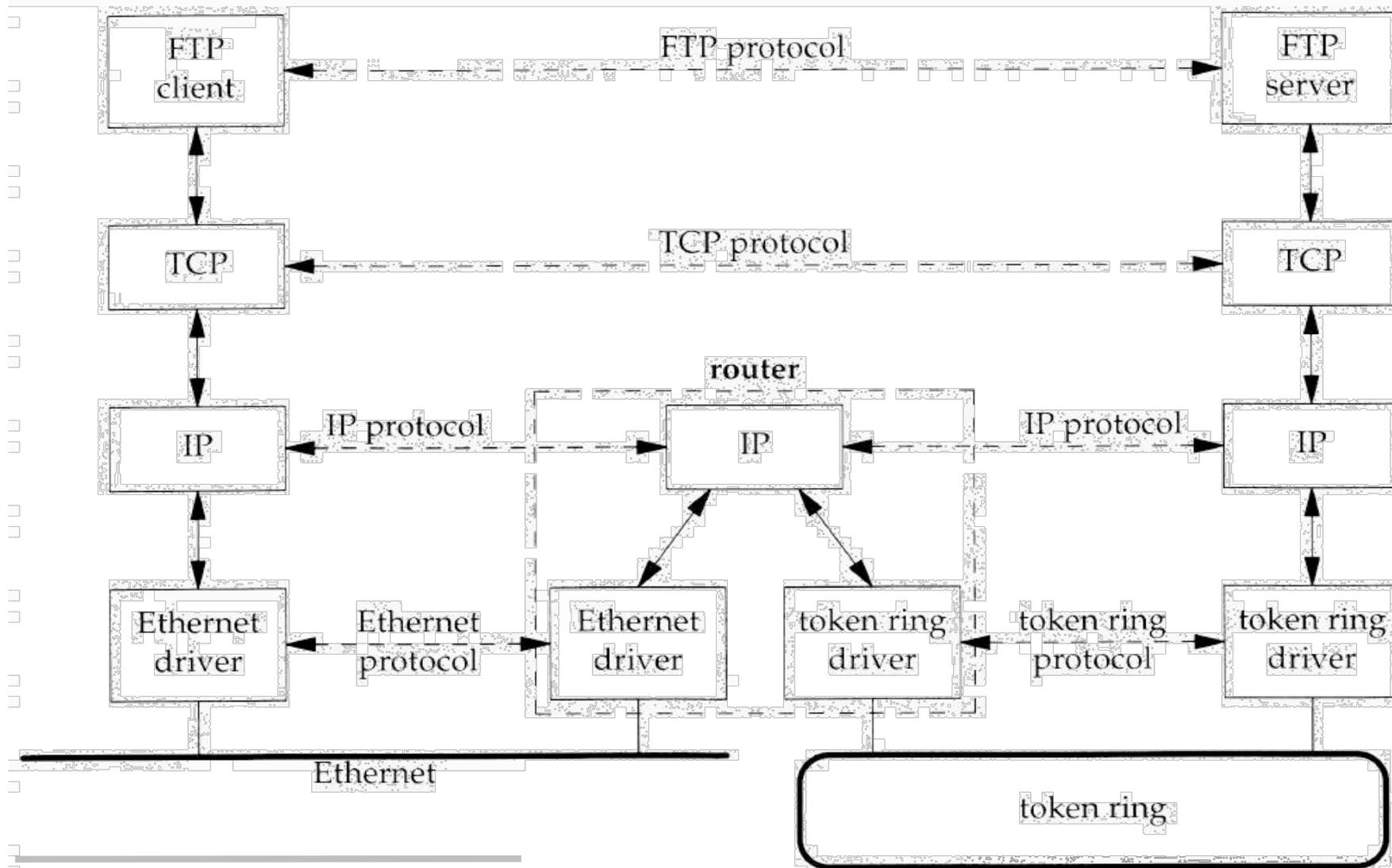
## TCP/IP-Layer

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Anwendung	Application	Peer-to-Peer-Netzwerke, HTTP (Web), SMTP (E-Mail), ...
Transport	Transport	TCP (Transmission Control Protocol) UDP (User Datagram Protocol)
Vermittlung	Network	<b>IP (Internet Protocol)</b> <b>+ ICMP (Internet Control Message Protocol)</b> <b>+ IGMP (Internet Group Management Protocol)</b>
Verbindung	Link	<b>LAN (z.B. Ethernet, Token Ring etc.)</b>

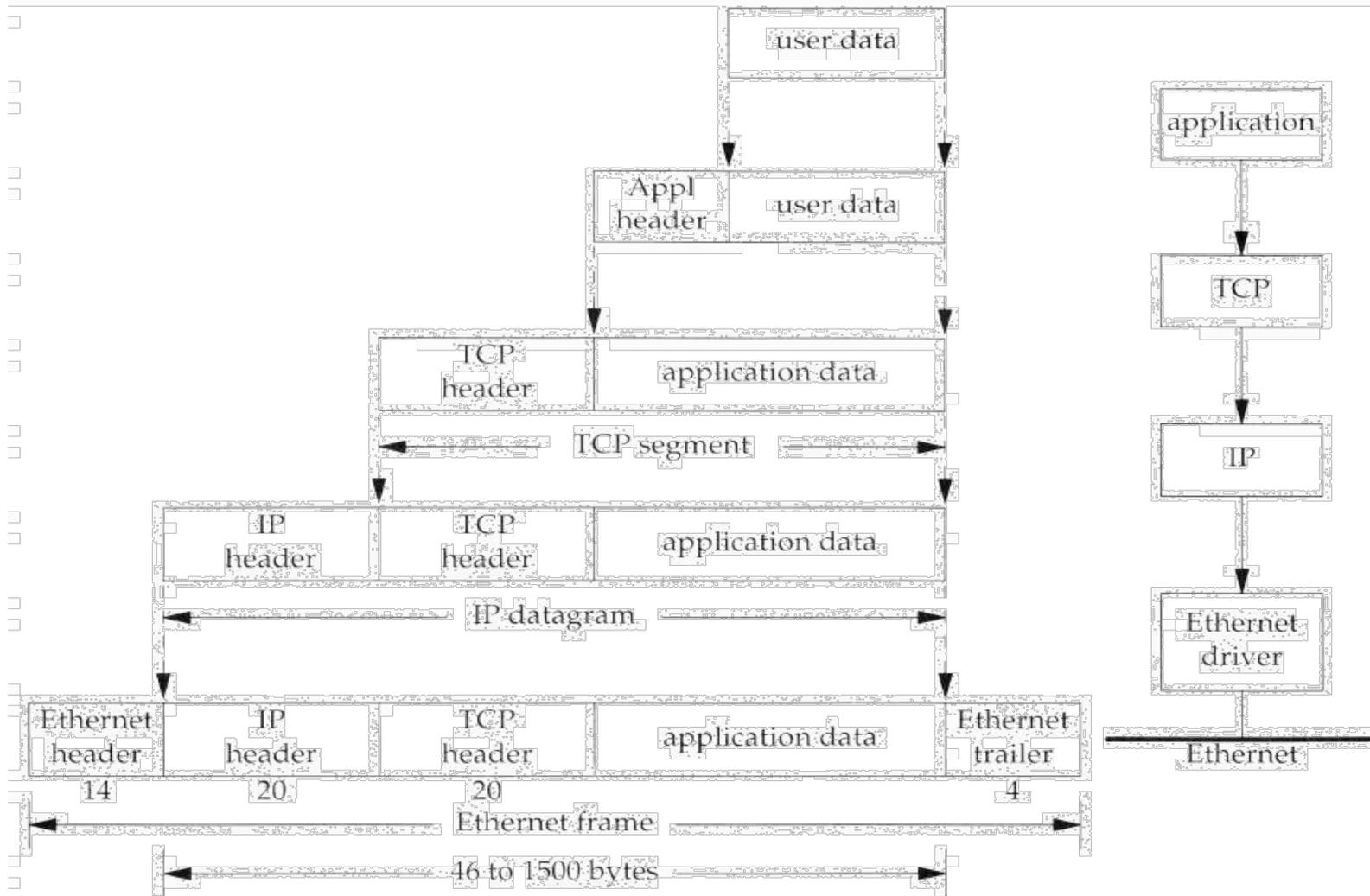


# Beispiel zum Zusammenspiel





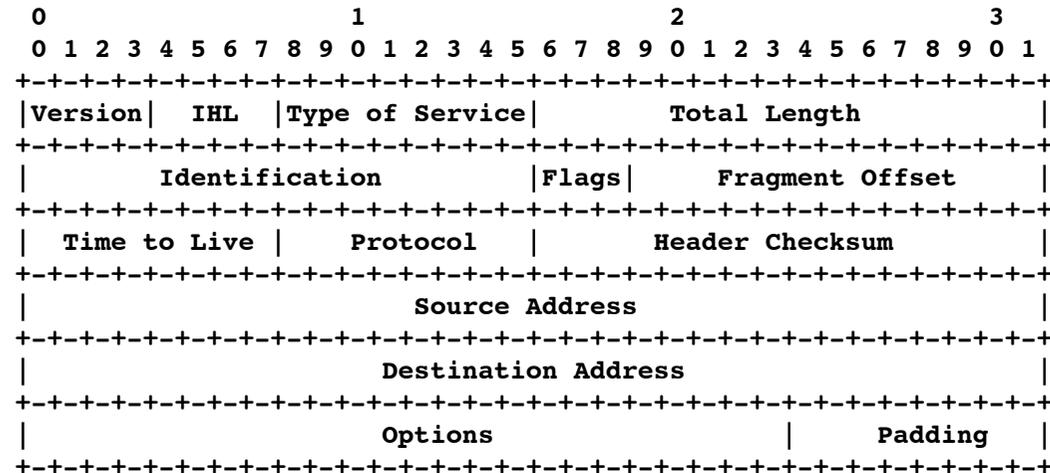
# Datenkapselung





# IP-Header (RFC 791)

- **Version: 4 = IPv4**
- **IHL: Headerlänge**
  - in 32 Bit-Wörter (>5)
- **Type of Service**
  - Optimierte delay, throughput, reliability, monetary cost
- **Checksum (nur für IP-Header)**
- **Source and destination IP-address**
- **Protocol, identifiziert passendes Protokoll**
  - Z.B. TCP, UDP, ICMP, IGMP
- **Time to Live:**
  - maximale Anzahl Hops





# IP-Adressen und Domain Name System

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

## ➤ IP-Adressen

- Jedes Interface in einem Netzwerk hat weltweit eindeutige IP-Adresse
- 32 Bits unterteilt in Net-ID und Host-ID
- Net-ID vergeben durch Internet Network Information Center
- Host-ID durch lokale Netzwerkadministration

## ➤ Domain Name System (DNS)

- Ersetzt IP-Adressen wie z.B. 131.234.22.29 durch Namen wie z.B. stargate.uni-paderborn.de und umgekehrt
- Verteilte robuste Datenbank



# Vermittlungsschicht (network layer)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

---

## ➤ IP (Internet Protocol) + Hilfsprotokolle

- ICMP (Internet Control Management Protocol)
- IGMP (Internet Group Management Protocol)
  - Ermöglicht Verbund von (lokalen) Netzwerken
- IP ist ein unzuverlässiger verbindungsloser Datagrammauslieferungsdienst

## ➤ Datagramm besteht aus Anwendungsdaten und Header



# Routing-Tabelle und Paket-Weiterleitung

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

## ➤ IP-Routing-Tabelle

- enthält für Ziel (Destination) die Adresse des nächsten Rechners (Gateway)
- Destination kann einen Rechner oder ganze Sub-nets beschreiben
- Zusätzlich wird ein Default-Gateway angegeben

## ➤ Packet Forwarding

- früher Packet Routing genannt
- IP-Paket (datagram) enthält Start-IP-Adresse und Ziel-IP-Adresse
  - Ist Ziel-IP-Adresse = eigene Rechneradresse dann Nachricht ausgeliefert
  - Ist Ziel-IP-Adresse in Routing-Tabelle dann leite Paket zum angegebenen Gateway
  - Ist Ziel-IP-Subnetz in Routing-Tabelle dann leite Paket zum angegebenen Gateway
  - Ansonsten leite zum Default-Gateway





# Probleme in der Paket-Weiterleitung

## ➤ IP-Paket (datagram) enthält unter anderen

- TTL (Time-to-Live): Anzahl der Hops
- Start-IP-Adresse
- Ziel-IP-Adresse

## ➤ Behandlung eines Pakets

- Verringere TTL (Time to Live) um 1
- Falls  $TTL \neq 0$  dann Packet-Forwarding aufgrund der Routing-Tabelle
- Falls  $TTL = 0$  oder bei Problemen in Packet-Forwarding:
  - Lösche Paket
  - Falls Paket ist kein ICMP-Paket dann
    - Sende ICMP-Paket mit
      - \* Start= aktuelle IP-Adresse und
      - \* Ziel = alte Start-IP-Adresse





# Die Grenzen des flachen Routing

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

## ➤ Link State Routing

- benötigt mindestens  $n$  Einträge für  $n$  Router
- Jeder Knoten muss an jeden anderen seine Informationen senden

## ➤ Distance Vector

- benötigt mindestens  $n$  Einträge
- kann (kurzzeitig) Schleifen einrichten
- Konvergenzzeit steigt mit Netzwerkgröße

## ➤ Im Internet gibt es mehr als $10^6$ Router

- damit sind diese so genannten flachen Verfahren nicht einsetzbar

## ➤ Lösung:

- Hierarchisches Routing



# AS, Intra-AS und Inter-AS

## ➤ Autonomous Systems (AS)

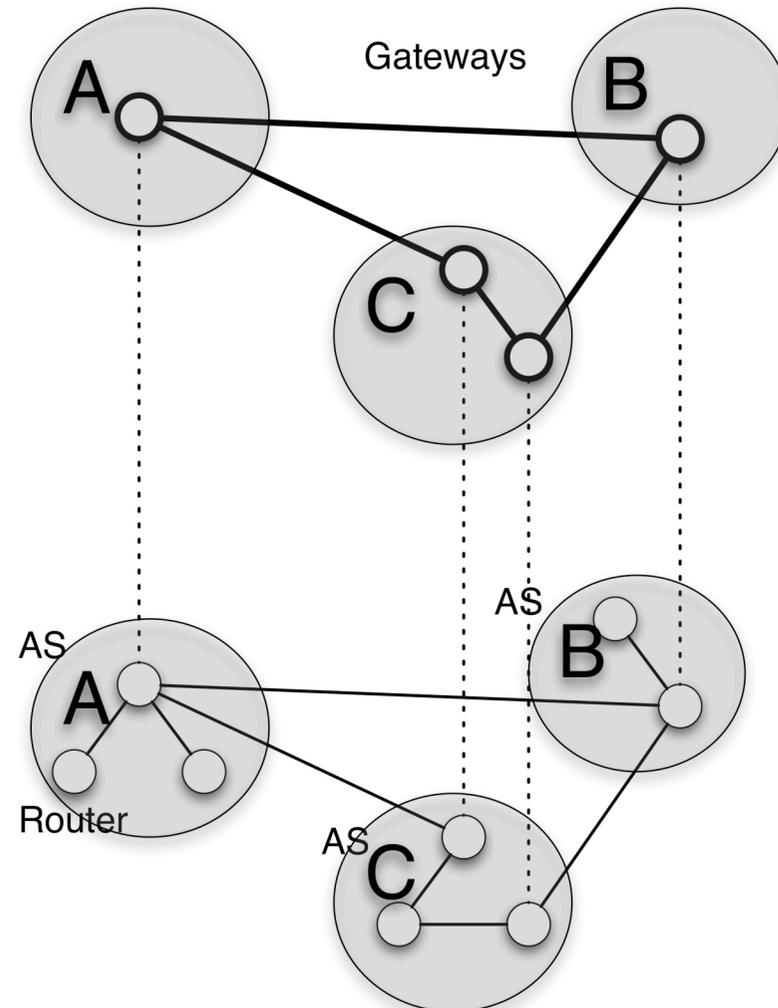
- liefert ein zwei Schichten-modell des Routing im Internet
- Beispiele for AS:
  - uni-freiburg.de

## ➤ Intra-AS-Routing

- ist Routing innerhalb der AS
- z.B. RIP, OSPF, IGRP, ...

## ➤ Inter-AS-Routing

- Übergabepunkte sind Gateways
- ist vollkommen dezentrales Routing
- Jeder kann seine Optimierungskriterien vorgeben
- z.B. EGP (früher), BGP



# *Ende der*

# *2. Vorlesung*



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Peer-to-Peer-Netzwerke  
Christian Schindelhauer  
[schindel@informatik.uni-freiburg.de](mailto:schindel@informatik.uni-freiburg.de)