

## Medienengineering / Netzwerke

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

---

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

# QoS

## Quality of Services in Netzwerken

*Einführung: Netz/Internet Dienste und ihre Qualitäten*

Prof. Dr. -Ing. Klaus Rebensburg, UP&TUB  
Dipl.-Inform. Stefan Liske, UP

10.05

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---



## Inhalt Lehrveranstaltung QoS Einführung

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

---

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

- Überblick der Termine
- Lehrmethode, Lernen, Lehren
  
- Begriffe
- Probleme, Anforderungen
- Dienstqualitäten - QoS
- Ressourcen und Qualitäten
  
- Erste Wissensprüfung

2

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---



## Termine – ohne Gewähr

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

---

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

1. Einführung, Grundsätzliche QoS Anforderungen in Netzen, Wiederholung Netzwerktopologien und -Technologien
2. Vertiefung, Quality of Services Definitionen, QoS auf Applikationsebene
3. QoS Management, RSVP, VPN, IntServ, DiffServ
4. IntServ&MPLS in Breitband Zugangsnetzen
5. IPv6 & QoS
6. ATM & QoS
7. Drahtlose, mobile Systeme, WLAN und QoS
8. UMTS und QoS
9. VoIP und DSL - QoS
10. IP-TV & Broadcast, Triple Play und QoS
11. QoS in Intradomain Netzen), **Kolloquiumsvortrag:** QoS und Ressource Optimierung
12. Broadcast, DVB-xPrüfung light, Präsentation der begleitenden (Gruppen-) Semesteraufgabe durch die Teilnehmer.
13. Prüfungen Light, Präsentation der begleitenden (Gruppen-) Semesteraufgabe durch die Teilnehmer, Öffentliche Veranstaltung
14. Prüfungen Light, Präsentation der begleitenden (Gruppen-) Semesteraufgabe durch die Teilnehmer, Öffentliche Veranstaltung

3

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Zur Lehrmethode

---



**Antoine de Saint-Exupéry**  
franz. Schriftsteller, 1900-1944



**Wenn Du ein Schiff bauen willst,**

so trommle nicht Männer zusammen, um Holz zu beschaffen, Werkzeuge vorzubereiten, Aufgaben zu vergeben, und die Arbeit einzuteilen,

sondern lehre die Männer die Sehnsucht nach dem weiten endlosen Meer.

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

4

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Lernen und Lehren

---



**Das tun Studierende:**

- Ziel: Anwendung des Wissens zur Analyse und kreativen Gestaltung
- Konzepte generalisieren
- Üben weiterer Beispiele
- Konzepte abstrahieren
- Schlüsse ziehen auf dahinter liegende Konzepte
- Beobachten von Beispielen
- **Ausgangspunkt: Lesen, anwesend sein, fragen**

**Profs tun, geben:**

- Ziel: Wissen Erfahrung Beratung
- Generelle Konzepte zeigen, diskutieren
- Konkretisieren aus generellen Methoden, fragen, prüfen
- Beispiele erlebbar gestalten
- Hinweis auf Beispiele
- **Lehre: Zitieren aus Wissen, Buch, Erfahrung**

↑

↑

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

5

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Schlagzeilen zu QoS

---



Zur Thematik hier aus einem - Vortrag von Prof. Prof. Jens Zander, KTH Stockholm, Royal Institute of Technology (Nov. 2001).  
Thema „Affordable QoS in Future Wireless Networks Myth or reality?“

- Future wireless access system will have *features and requirements* that are quite distinct from current systems, mostly designed for telephony. Such features include higher bandwidth, mixed, packet oriented and strongly asymmetric traffic patterns as well inhomogeneous network architectures.
- The question whether we are able to provide meaningful *Quality-of-Service guarantees* in the same way as it is done in wireline networks at affordable prices remains an open question, ... solutions for future .... multimedia systems.

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

6

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Wikipedia QoS

---



**Dienstgüte** (engl.: Quality of service) = QoS  
ist in der Telekommunikation eine allgemeine Bezeichnung, die das ordnungsgemäße Funktionieren aller zusammenwirkenden Komponenten eines Nachrichtennetzes bezeichnet.

Dafür werden Fehlerparameter erfasst und aufgezeichnet, mit denen der Betrieb der Technik laufend überwacht wird und die die Basis für eventuell nötige Wartungsmaßnahmen bilden.

In allgemeiner Formulierung bezeichnet Dienstgüte die Gesamtheit der Qualitätsmerkmale eines Telekommunikationsnetzes aus der Sicht der Benutzer eines bestimmten Dienstes.

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

7

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Warum NW/QoS? Wissenschaft?

---



**Ähnliche Begründungen, wie sie der Bereich Software Engineering für sich beansprucht:**

- Enormer Druck zu immer mehr Funktionalität/Qualität, daher **viele Abhängigkeiten**
- Keine Trennung zwischen Entwurf und Implementierung, daher **Vorausschau, Fortschreibung und Validierung problematisch**
- Vielzahl von Anwendungen über Netze, daher **komplex zu beurteilen**.
- Großer Entwurfsspielraum, daher **variantenreich**
- Zahlreiche Kriterien für Qualität – von der Physik bis hin zu Human Interface, daher **unübersichtliches Verhalten**
- Echtzeit! Eine harte Forderung, weil **Zeit die Qualität relativiert**
- Radikale Designänderungen während des Baus / der Gestaltung von Netzwerken, daher **unberechenbare „Störungen“**
- Komplexität / Heterogenität / Flexibilität – **viele Standards**
- Software der Netze zwar anpassbar, aber **komplex und fehlerhaft**
- **Komplizierte** Technologien erfordern **komplexe Kostenabschätzungen**

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

8

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Aufgaben von Computernetzwerken

---



**Erreichbarkeit (QoS?)**

- Ein Netzwerk aus Knoten (Rechnern, Routern) und Kanten(Verbindungen) ist eine Möglichkeit, jeden Knoten für jeden anderen Knoten erreichbar zu machen.

**Ressourcen-Sharing (QoS!)**

- Ein Netzwerk gestattet die Realisierung von Redundanz bei der Nutzung von Ressourcen – z.B. viele CPUs, mehrere Drucker, mehrere Fileserver, mehrere Mail-Server

**Ausfallsicherheit (QoS?!)**

- Redundante Netzknotten, alternative Routen, z.B. Router im Internet, verteilte Bearbeitung

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

9

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Netzwerke und Elemente



### Netzwerk (QoS!)

- Es gibt Knoten (Computer) und Kanten (Verbindungen)
- **Es gibt Anwendungen (Applications)**
- Es gibt verteilte Anwendungen
- **Es gibt Vermittlungsknoten (Computer, Switches, Gateways, Bridges, Hubs, ...)**
- Es gibt physikalische Transportmedien (Draht, Fiber, Funk, Rauchzeichen, Brieftauben, ..)
- **Es gibt Transportprotokolle**
- Es gibt Netzwerke unterschiedlicher Art (Topologien, Technologien, Plattformen)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Alles schnell – alles gut?



- Knoten (Computer) und Verbindungen, Anwendungen (Applications), verteilte Anwendungen, Vermittlungsknoten (Computer, Switches, Gateways, Bridges, Hubs, ...), physikalische Transportmedien (Draht, Fiber, Funk, Rauchzeichen, Brieftauben, ..), Transportprotokolle, Netzwerke unterschiedlicher Art (Topologien, Technologien, Plattformen)
- Qualitäten? schnell, billig, geräuschlos, viele Daten, viele Daten/sec? Pro m Draht? Sicher? Verlustfrei, Zuverlässig?
- Dienste? erzeugen, bearbeiten, speichern, transportieren, empfangen, anzeigen, absichern, wiederherstellen, zusammenstellen, komprimieren, expandieren, visualisieren, löschen, teilen, zusammensetzen

---

---

---

---

---

---

---

---

---





---



## Aufgaben von Computernetzwerken



Jede Information für jeden, überall, schnell, verzögerungsfrei, zu jeder Zeit, sicher, zuverlässig  
 Ziele: Kommunikation, Informationsaustausch  
 Ziele: Data Sharing/Resource Sharing

- Alle Personen können auf viele/die gleichen Objekte zugreifen 
- Über kleine und große Distanzen    entfernungsunabhängig – cm -> 1.000 km - weltweit  
 Dateien Drucker Server

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Vom Signal zu Information in Stufen

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste



### Von „oben“ nach „unten“, der Information zum Signal – eine Hierarchie

- Wissen von Hirn zu Hirn
- Information gelesene Schrift/Audio/Bild ins Hirn
- Buchstaben, Schrift, Wort, Bild auf Träger
- Codierte Daten auf Speicher, Zwischenträger
- Physikalische Signale (optisch, elektrisch) LWL
- Elektronen "wandern", Atome "schwingen"



Universität Potsdam  
Institut für Informatik

13

---

---

---

---

---

---

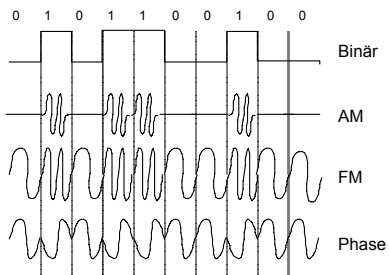
---

---



## Codierung, Physical Layer

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste



Universität Potsdam  
Institut für Informatik

14

---

---

---

---

---

---

---

---



## Codierung

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste



- Ist ein wesentlicher Kern **neuer Netzwerktechnologien mit neuen Qualitäten**

(insbesondere bei mobilen Technologien)

Universität Potsdam  
Institut für Informatik

15

---

---

---

---

---

---

---

---



# Schichten im OSI Referenzmodell



Universität Potsdam Institut für Informatik

|   |              | Beispiel                  |
|---|--------------|---------------------------|
| 7 | Application  | Philosophieren            |
| 6 | Presentation | Buch, Rede                |
| 5 | Session      | Sprache Hochdeutsch       |
| 4 | Transport    | Übermittlung Sätze, Worte |
| 3 | Network      | Ansehen, anhören          |
| 2 | Data Link    | Schall                    |
| 1 | Physical     | Luft                      |

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# 7 Layer, 2 Aussagen



Universität Potsdam Institut für Informatik

## 7 Layer

1. erlauben, ingenieurmäßig die richtige Abstraktion von Kommunikationsschichten zu formulieren
2. Bedeuten keinesfalls! ein Optimum an Dienste Qualitäten

---

---

---

---

---

---

---

---

---

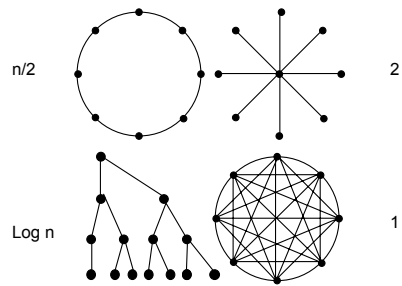
---



# NW-Topologien am Beispiel



Universität Potsdam Institut für Informatik




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Zwischenfrage



- Gibt es eine "beste" Topologie?
- Was wären Kriterien für dieselbe?

(Ja! Telepathie. Voraussetzung: Wissen ums Hirn)

---

---

---

---

---

---

---

---



## Physikalische Netzwerktechnologien I



Ethernet, Local Area Networks, LAN

- Bussystem
- Prinzip: „Einer schreibt, alle lesen“
- Wenn mehrere schreiben wollen, Kollision, dann nach zufälliger Dauer nächster Versuch
- hohe Ausfallsicherheit, geringe Kosten




---

---

---

---

---

---

---

---



## Physikalische Netzwerktechnologien II



Token Ring, Local Area Networks, LAN  
Ringsystem

- Prinzip: „Stille Post“
- störanfälliger, performant\*, kostengünstig




---

---

---

---

---

---

---

---

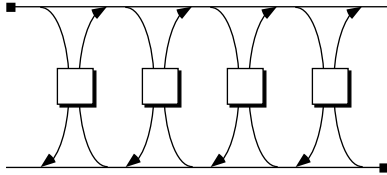


# Physikalische Netzwerktechnologien III

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste



Netzwerktechnologien und Strukturen - MAN - DQDB



Universität Potsdam Institut für Informatik

---

---

---

---

---

---

---

---

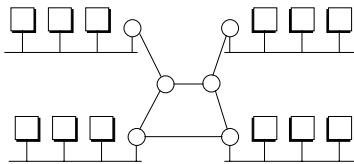


# Physikalische Netzwerktechnologien IV

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste



Wide Area Networks, WAN



Universität Potsdam Institut für Informatik

---

---

---

---

---

---

---

---



# Zwischenfrage

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste



- Was könnte das mit QoS zu tun haben?

Universität Potsdam Institut für Informatik

---

---

---

---

---

---

---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Netzwerke

---



### Netzwerke unterschiedlicher Topologien und Technologien

- Telefon-Netzwerk POTS
- FAX – ein Dienst auf POTS
- ISDN – Integrierte Dienste etwas digitaler
- Drahtlose Telefonie - Mobile Netze zwischen GSM und UMTS
- Drahtlose Datenverarbeitung – PLAN, Bluetooth, WLAN, WIMAX
- X.25 – Digitale Paketvermittlung, WAN
- Ethernet LAN
- Internet weltweit – Pakete verbindungslos vermittelt
- SONET / SDH – Hochleistung und schlank auf niedrigerem Level
- ATM – Asynchron Transfer Mode, Adaptation und Layer
- FDDI – Fiber + Dual + Codiert
- Proprietäre Netzwerke
- Verständnis gerichtet auf: Anforderungen, Technologien, Verhalten – (noch) kaum auf QoS!

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

---

25

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Zwischenfrage

---



- Hat die richtige Wahl der Netzwerktechnologie etwas mit QoS zu tun?

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

---

26

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Netzwerke verzögern weltweit

---



Kriterien: **Geschwindigkeit, Kosten, Hoheit**

| Entfernung | Platzierung | Delay  | Beispiel              |
|------------|-------------|--------|-----------------------|
| 10 cm      | Main Board  | 0,3 ns | Datenfluss, Prozessor |
| 1 m        | System      | 3 ns   | MP System             |
| 10 m       | Raum        | 30 ns  | PLAN, Farm            |
| 100 m      | Gebäude     | 0,3 us | LAN                   |
| 1 km       | Campus      | 3 us   | Backbone              |
| 10 km      | Stadt       | 30 us  | MAN, Verbund, GSM     |
| 100 km     | Land        | 0,3 ms | WAN                   |
| 1.000 km   | Kontinent   | 3,3 ms | Firmennetz            |
| 10.000 km  | Welt        | 33 ms  | Internet, Satelliten  |

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

---

27

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---


---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Zwischenfrage

---



- Je größer die Entfernung, desto größer das Problem QoS?

Universität Potsdam  
 Institut für Informatik

28

---

---

---

---

---

---

---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Anwendungen und Anwender

---



- Computergestütztes Lernen
- Banken
- Simulation
- Handel
- Visualisierung, Präsentation
- Versicherungen
- Dokumentation, Archivierung
- Forschung
- eCommerce, Kundenservice
- Ausbildung
- Verteiltes Arbeiten
- Produktion
- Supervision und Kontrolle
- Bürgerdienst
- Unterhaltung
- eGovernment

Universität Potsdam  
 Institut für Informatik

29

---

---

---


---

---

---

---

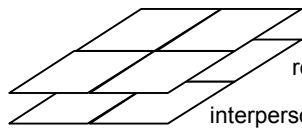
---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Klassifikation von Anwendungen

---

verteilt



retrieval

lokal

interpersonal

synchron

asynchron

Universität Potsdam  
 Institut für Informatik

30

---

---

---

---

---

---

---

---



## Zwischenfragen



- Benötigt man QoS, um synchron zu kommunizieren?
- QoS umso problematischer, je komplexer die Anwendungen?

---

---

---

---

---

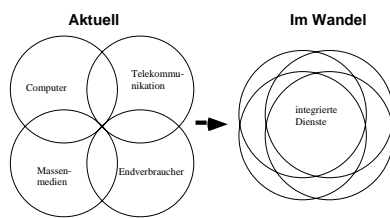
---

---

---



## Zusammenwachsende Welt



---

---

---

---

---

---

---

---



## Zwischenfrage



- Haben Integrierte Dienste Schuld an dem Titel dieser LV?

---

---

---

---

---

---

---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

**Probleme der Integration  
und der Schnittstellen**

---

Universität  
Potsdam

Institut für  
Informatik

**Dienste und Schnittstellen**

- Integration verschiedener Anwendungs- und Transportdienste
- Übergänge zwischen verschiedenen Medien, Topologien, Netzwerken

**Im Sinne des Verbrauchers**

- Definition von Dienstqualität
- Übergänge zwischen Dienstqualitäten
- Sicht z.B. bottom-up mit dem Netzwerk

34

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

**Quality of Services -  
vorweggenommen**

---

Universität  
Potsdam

Institut für  
Informatik

**QoS Netzwerk Parameter die 1.**

- beeinflussen Anwendungen
- sind bestimmt durch Verfügbarkeit + Ressourcen
- kann man spezifizieren, berechnen, konfigurieren
- kann man reservieren
- haben Schranken
- kann man klassifizieren
- führen zu Dienstgüte-Klassen

**QoS Netzwerk Parameter die 2.**

- sind abhängig von lokalen Ressourcen
- sind abhängig von Ressourcen-Verwaltung
- sind abhängig von globalen Netzwerk Ressourcen
- können u.a. durch Voraus-Reservierung gehandhabt werden
- finden sich in einer Management Architektur für Qualität
- gehören in ein skalierbares Ressourcen-Management

Netzwerke müssen unter QoS Aspekten neu gestaltet werden

35

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

**QoS Parameter in Klassen**

---

Universität  
Potsdam

Institut für  
Informatik

- **Delay:** Verzögerung
- **Jitter:** Varianz der Verzögerung
- **Throughput:** Durchsatz
- **Packet Loss:** Paketverlust
- **Sicherheit, Zuverlässigkeit**

36

---

---

---

---

---


---

---

---


---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## QoS in Klassen - Ursachen

---

  
 Universität  
 Potsdam  
 Institut für  
 Informatik

**Delay, Verzögerung**

- Fester Anteil: End to End Verzögerung bei der Paketbildung und -Weiterleitung in ms, sec
- Variabler Anteil: Warteschlangenbildung und -bearbeitung in Knoten (Scheduling)

**Jitter, Varianz der Verzögerung**

- Variable Dauer der Pufferung in den Knoten

**Loss, Paketverlust**

- Verlust Klasse: ignorieren, inditieren, korrigieren
- Verlust Rate, weil Puffer nicht reichen, Verlust/s
- Verlust Größe: maximale Anzahl verlorener Pakete

**Throughput, Durchsatz**

- Maximale Datenrate long term
- Durchschnitt Pakete bzw. B/s
- burst size, max. packet size

**Security**

- Schutz gegen ... Garantie von ... Sicherheit von ...

37

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---


---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Delay, Verzögerung Größen, Ursachen

---

  
 Universität  
 Potsdam  
 Institut für  
 Informatik

- **Ausbreitung:** Verzögerung durch Physik (ca. 5 ms/1000 km)
- **Switching, Processing:** Delay 10-20 µs pro Paket
- **Scheduling, Queues:** µs-ms
- **Serialisierungs Delay:** abhängig von der Übertragungsrate, bei 2 Mb/s 6 ms für ein 1.500 Byte Paket

38

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---


---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## QoS beeinflussen Anwendungen

---

  
 Universität  
 Potsdam  
 Institut für  
 Informatik

**Tolerierbare Netzwerk-QoS Parameter**

|           |                       |            |
|-----------|-----------------------|------------|
| off-line  | retrieval             | dialog     |
| ↓         | ↓                     | ↓          |
| Darf groß | <b>Delay / Jitter</b> | Muss klein |

|              |                   |           |
|--------------|-------------------|-----------|
| mail         | audio             | video     |
| ↓            | ↓                 | ↓         |
| Darf niedrig | <b>Bandbreite</b> | Muss hoch |

|            |                    |             |
|------------|--------------------|-------------|
| Video      | audio              | mail        |
| ↓          | ↓                  | ↓           |
| Darf wenig | <b>Verlustrate</b> | Darf größer |

39

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Für QoS braucht man Ressourcen

Universität Potsdam

---

Universität Potsdam  
Institut für Informatik

- Ressourcen im Trend

40

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Schranken der QoS

Universität Potsdam

---

Universität Potsdam  
Institut für Informatik

- einfacher QoS Wert zu unflexibel
- **Intervall:** erforderlich <-> ausreichend
- **Required:** darunter kein Dienst
- **Desired:** darüber Verschwendung

41

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Apropos Paketverlust

Universität Potsdam

---

Universität Potsdam  
Institut für Informatik

| Technologie | Übertragungsgeschwindigkeit | Verworfen Kb/s bei 1% Paketverlust |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------|
| T1          | 1.544 Mb/s                  | 15 Kb/s                            |
| T3          | 45 Mb/s                     | 450 Kb/s                           |
| OC-3        | 155 Mb/s                    | 1,4 Mb/s                           |
| OC-12       | 622 Mb/s                    | 6,2 Mb/s                           |
| OC-48       | 2.4 Gb/s                    | 24 Mb/s                            |
| 10GE        | 10 Gb/s                     | 103 Mb/s                           |

42

---

---

---

---

---


---

---

---


---

---

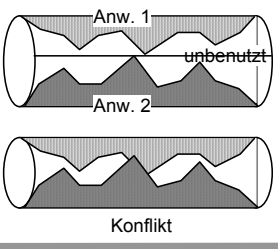

Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## QoS Klassifizierung deterministisch / statistisch

---


Universität Potsdam  
Institut für Informatik

- Zuverlässig versus Ausnutzung



43

---

---

---


---

---

---


---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## QoS für den Datenstrom

---


Universität Potsdam  
Institut für Informatik

- QoS Spezifikation
  - Anforderungen der Anwendung
  - Klassifizierung von technischen Parametern
  - Umsetzung von Garantien durch das System
- QoS Berechnung
  - Berechnung von Schranken
  - Kombinationen von Parametern
- QoS Bereitstellung
  - Reservierung von Ressourcen
  - Queueing, Scheduling, Kontrolle
  - Traffic Shaping
  - Policing
  - Admission Control, Congestion Control, QoS-Routing

44

---

---

---


---

---

---


---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## QoS Dienstklassen

---


Universität Potsdam  
Institut für Informatik

- guaranteed** service class  
Grundlage: deterministisches Modell
- predictive** service class  
Grundlage: Schätzung anhand des bisherigen Verhaltens
- best effort** service class  
Keine Garantie

45

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## QoS in Architekturen

---



Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

**Ansätze der Sicherung von QoS Merkmalen**

- Best-Effort IP, 1981, RFC 791
- Integrated Services (*IntServ*)  
RSVP, 1997, RFC 2210, 2211, 2212, 2215  
Quelladresse, Zieladresse, Transportprotokoll, Quellport, Zielport  
*WAS der Sender* (Übertragungsrate, MTU) *überträgt* (Tspec)  
*WAS der Empfänger* (Bandbreite, Weg) *benötigt* (Rspec)  
*WIE die Signalisierung* zwischen Sender und Empfänger über das Netzwerk *verläuft*
- Differentiated Services (*DiffServ*), 1999,  
RFC 2474, 2475, 2597, 2598  
Dienstgüten platin, gold, silber, Dienstklassen, Per-Hop-Behavior:  
Klassifikation, Meter, Markierung(DSCP), Shaping oder verwerfen

---

46

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## QoS Protokolle, Reservierung, Scheduling

---



Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

- **Reservation Protocols**
  - Bekanntgabe der Anforderung
  - Verhandeln von Ressourcen
- **Resource Reservation**
  - Zusammenstellung der Anforderung
  - Bekanntgabe
- **Resource Scheduling**
  - Bereitstellung durch die Systeme

---

47

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

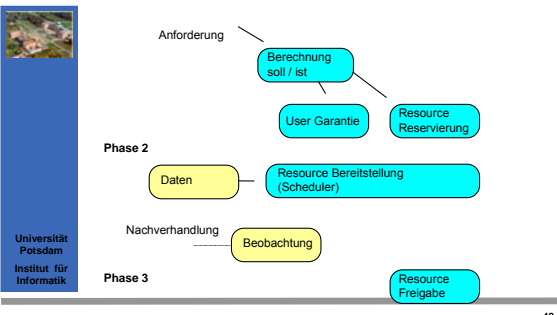
Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste

## Vorgang Ressourcenmanagement

---



Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik



```

graph TD
    A[Anforderung] --> B[Berechnung  
soll / ist]
    B --> C[User Garantie]
    B --> D[Resource  
Reservierung]
    C --> E[Resource Bereitstellung  
(Scheduler)]
    D --> E
    F[Daten] --> E
    E --> G[Nachverhandlung]
    G --> H[Beobachtung]
    H --> I[Resource  
Freigabe]
    
```

Phase 2: Daten → Resource Bereitstellung (Scheduler)

Phase 3: Beobachtung → Resource Freigabe

---

48

---

---

---

---

---


---

---

---

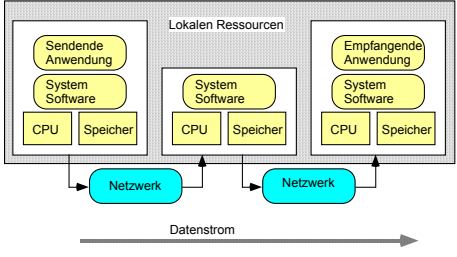
---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Zu verwaltende Ressourcen

Lokalen Ressourcen



Universität Potsdam  
 Institut für Informatik

49

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Ressourcen Klassen

- **Ressource Nutzung**
  - Gemeinsame Nutzung
  - Exklusive Nutzung
- **Ressource Position**
  - Lokale Resource: CPU, Speicher
  - Netzwerk Ressourcen
- **Ressource Funktionalität**
  - Aktive: CPU Netzwerk
  - Passive: Speicher

Universität Potsdam  
 Institut für Informatik

50

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---


Netzwerktechnologien und Multimediale Teledienste

## Ressourcen Reservierung

- **Reservierungsinformation**
  - Was wird benötigt pro Verbindung
- **Implementierung**
  - Verwaltung einer Auslastungstabelle pro Resource
  - Zuordnung pro Verbindung
  - Scheduler

Universität Potsdam  
 Institut für Informatik

51

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Ressourcen Zuordnung



- Je ein Scheduler pro aktive Resource
- Kontrolle der Ressource




---

---

---

---

---

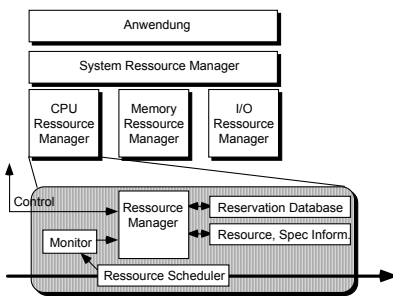
---

---

---



## Ressourcen Management System




---

---

---

---

---

---

---

---



## Netzwerk Ressourcen



- Priorisierung
  - Adapter: Multimedia Daten vorziehen
  - Netzwerk: Höhere Zugriffspriorisierung
- Netzwerkeigenschaften und Technologien
  - Ethernet: nur statistisch (Kollisionen)
  - Token Ring: Urgent Traffic
  - FDDI: Bandwidth Reservation
  - ATM: Viele Steuerungsmöglichkeiten

---

---

---

---

---

---

---

---



## Skalierbarkeit der Lösungen



- Anpassung bei Fehlzuweisung
  - Unkontrollierte Router
  - Variable Bitrate
  - Fehlerhafte Nutzung
- Wunsch: Dynamische Reservierung
- Zur Not Reduzierung der Bildrate
- Ausweichen auf andere Ressourcen

---

---

---

---

---

---

---

---



## Reservierung im Voraus



- Je mehr über zukünftige Nutzung bekannt ist, desto besser kann sich das Netzwerk darauf einstellen

---

---

---

---

---

---

---

---



## Resumee: Ressourcen bestimmen QoS



- Ziele einer Ressourcen-Verwaltung bei Multimedia Anwendungen:
- Realtime-Anforderungen unterstützen
  - Mengen-Anforderungen erfüllen
  - QoS Spezifikation, klassifizieren
  - QoS Berechnung
  - QoS Bereitstellung
  - QoS Verhandlung

---

---

---

---

---

---

---

---



## Resumee: Fokus Qos



Nun gilt es, abhängig von (Hardware, Software, Medien)-Netzwerktechnologien

- QoS zu erkennen, zu erfassen, ggf. zu steuern und zu verhandeln
- Dienst-Integration mit Qualitätsmerkmalen vorzunehmen
- Verwaltung der Qualitäten in Betriebssystemen zu berücksichtigen
- QoS bis hin zur Anwendung zu erfassen, steuern, zu verhandeln

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Literatur



- Siehe auf Website der Vorlesung
- Andrew S. Tanenbaum, **Distributed Systems: Principles and Paradigms**
- **Computer Networks**, IV. edition
- Ralf Steinmetz, Multimedia Technologien
- Div. RFCs
- Div. Standards




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Reflektion des Wissens



Wir geben Ihnen die Gelegenheit, sich selbst zu vergewissern, dass Sie bereits „über den Dingen“ stehen.

1. Fragen des Typs „Prosa“: Versuchen Sie in wenigen Worten ad-hoc sinnhafte Antworten zu finden. Fragen Sie in den folgenden Lehrveranstaltungen nach, wenn Sie sich unsicher sind.
2. Fragen des Typs Multiple Choice: Im Unterschied zu „Wie werde ich Millionär“ können mehrere Alternativen richtig oder falsch sein. Diskutieren Sie miteinander, was Sie von den angebotenen Alternativen halten.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Fragen / Wissenstest Prosa

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste



Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

- Nenne 10 wichtige Komponenten eines Netzwerks (Knoten)
- Nenne 10 Technologien/physikalische Medien des Transports von Daten
- Nenne mind. 3 einschlägige QoS Parameter für Breitbandnetze
- Nenne mind. 5 QoS Kriterien von technischer Kommunikations-Anwendungen
- Nenne Softwarekomponenten für den unmittelbaren Transport von Daten
- Skizziere den Begriff Protokoll allgemein / für Hardware / für Software
- Nenne die 7 OSI Layer und die je Layer definierten Eigenschaften/Funktionen
- Nenne exemplarisch eine Kette von physikalischen Knoten und Kanten im Netz für eine Telekonferenz a) mit Netmeeting b) Telefonkonferenz, c) H320 (ISDN)
- Skizziere die Software, die jeweils zur Konferenz beiträgt
- Skizziere den Begriff „Jitter“
- Nenne den jeweils max. Durchsatz von mind. 10 bekannten Kommunikationstechnologien

61

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Fragen Multiple Choice

Netzwerktechnologien  
und  
Multimediale Teledienste



Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

- Welche Parameter zählt man nicht zu den NW QoS? (Delay, Velocity, Durchsatz, Bandwidth, Transparenz, Bitgüte)
- Wie kann man definierte QoS erreichen, wenn die Bandbreite beschränkt ist? (Daten wegwerfen, Daten komprimieren, Leitung verkürzen, Nullen unterdrücken, Pausen machen)
- Mit welcher Größe charakterisiert man Throughput? (Byte/m, Byte/s, Bit/qmm, Pakete/s, Puts/hit)
- Ressourcenmanagement und QoS begegnen uns seltener bei (Betriebssystemen, Gerätetreibern, Microsoft Produkten, Routern, HUBs)
- Was ist ein Router eher nicht? (Umleiter für Daten, Pfadfinder für Ströme, Korrigierer für Daten, Beschleuniger für Informationsströme)
- Was ist kein Gateway? (Verdoppler von Durchsatz, Umsetzer von Transportprotokollen, Schnittstelle zwischen Transporttechnologien)
- Was ist keine gängige Netztopologie? (Ring, Doppelring, Stern, Route, Bus, Doppelbock, Punkt-zu-Punkt, Telegraf)
- Was ist keine gängige Kommunikationsform auf Netzen? (Casting, Multicast, Urschrei, Verbindungslos, Punkt-zu-Punkt, gottlos)

62

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---